

# Ueber Vertheilung und Empfindlichkeit der Tastpunkte.

Von

**Friedrich Kiesow.**

Universität Turin.

Mit 2 Figuren im Text und Tafel I.

---

Bald nachdem ich vor Jahren mit den von M. v. Frey in die Wissenschaft eingeführten Untersuchungsmethoden bekannt wurde, ist während des vielfachen Zusammenarbeitens mit ihm in mir der Wunsch entstanden, das Gebiet der Tast- und anderer von der Körperhaut ausgelöster Empfindungen vom Standpunkt der physiologischen Psychologie aus einer Neubearbeitung zu unterziehen. Ich habe diese Arbeit später theils allein, theils mit meinen Schülern zusammen nach verschiedenen Richtungen hin unternommen und es ist einiges davon bereits veröffentlicht worden<sup>1)</sup>. Mit der vorliegenden Arbeit stellte ich mir die Aufgabe, die Vertheilung der Tastpunkte und deren Empfindlichkeit auf den einzelnen Hautgebieten, sowie die Beziehung beider Momente zu einander näher zu untersuchen. Mir schien eine solche Arbeit nach mehr als einer Seite hin von Nutzen zu sein, besonders aber hoffte ich hiermit einige Vortheile für Untersuchungen im Gebiete der räumlichen Tastwahrnehmungen zu gewinnen. Soweit ich die erwähnten Versuche abschließen konnte, seien sie im Folgenden mitgetheilt; was daran noch fehlt, wird in nächster Zeit in einem Nachtrage an einem andern Orte veröffentlicht werden.

Was zunächst die Organe betrifft, durch welche Tastempfindungen ausgelöst werden, so ist abgesehen von den Gebilden, die man als

---

1) U. A. A. Pastore e L. Agliardi, Sulle oscillazioni delle sensazioni di deformazione cutanea. R. Accademia delle Scienze di Torino, Anno 1900—1901.

Tastkörperchen, Tastzellen u. s. w. bezeichnet hat, seit längerer Zeit sowohl von physiologischer wie von anatomischer Seite auf den Antheil hingewiesen worden, der den Haaren bei der Vermittelung tactiler Eindrücke zukommt, und es ist interessant zu verfolgen, wie hierin, wie in der ganzen Frage überhaupt, soweit sie nach ihrer allgemeinen Seite für uns in Betracht kommt, die beiden Wissenszweige schließlich zu demselben Resultate gelangen.

Obwohl im Allgemeinen bereits seit längerer Zeit bekannt war, dass durch die Haare Empfindungen ausgelöst werden (Albr. v. Haller<sup>1</sup>), bezeichnete den Bulbus als »sensilis«, ist von physiologischer Seite doch wohl erst im Jahre 1858 durch die bekannte Arbeit von Aubert und Kammler<sup>2</sup>) für diese Thatsache der experimentelle Beweis erbracht und zugleich der Versuch gemacht worden, hiefür numerische Bestimmungen auszuführen. So werthvolle Resultate die von diesen Forschern angewandte Methode in ihrer Hand ergeben hatte, konnte sie weiteren Ansprüchen nicht mehr genügen, und es bedeutete daher einen großen Fortschritt, als Magnus Blix<sup>3</sup>) im Jahre 1885 völlig neue Wege einschlug. Der bahnbrechende Schritt, zu dem Blix und nach ihm A. Goldscheider<sup>4</sup>) geführt wurde, bestand in der Erkenntniss, dass die Auslösung tactiler Eindrücke von Organen geschehe, die von denen, die der Aufnahme thermischer Reize dienen, verschieden sein müssten. Mit Hülfe eines eigens für diesen Zweck construirten Hebelapparates gelang es Blix, durch momentan von der freien Spitze eines Pferdehaares auf gewisse Hautstellen (Haut der linken Hand und des linken Unterarms, einige Stellen der unteren Extremität) ausgeübte minimale Drücke die einzelnen Tastorgane der oberflächlichen Hautschichte isolirt zu reizen und zum Theil ihre Empfindlichkeit zu bestimmen. Goldscheider, bei dem, wie er angibt, andere Gesichtspunkte im Vordergrunde standen, vereinfachte das Verfahren dahin, dass er eine Nadel oder ein zugespitztes Hölzchen leicht und schräg auf die Haut aufsetzte<sup>5</sup>). Eine messende Bestimmung ließ diese Methode

1) A. v. Haller, *Primae lineae physiologiae*, Gottingae MDCCLI, p. 268.

2) H. Aubert u. A. Kammler, Untersuchungen über den Druck- und Raumsinn der Haut. Moleschott's Untersuchungen u. s. w., V, S. 145 f.

3) M. Blix, Experimentelle Beiträge zur Lösung der Frage über die spec. Energie der Hautnerven. *Zeitschr. f. Biologie* XXI, S. 145 f.

4) A. Goldscheider, vgl. die betr. Arbeiten in »Gesammelte Abhandlungen«, I, 1898.

5) *Ges. Abhandl.*, I, S. 188.

natürlich nicht zu. Wie durch mechanische konnten diese Forscher den Nachweis isolirter Tastapparate in der Körperhaut auch durch elektrische Reizung führen. Die so auf die Haut projecirbaren Punkte, von denen aus durch minimale mechanische und elektrische Reizung die Tastempfindung auslösbar ist, bezeichnet Blix als Druckpunkte, welchen Ausdruck Goldscheider acceptirt und dem der Tastpunkte vorzieht. In Bezug auf die Haare der Körperoberfläche gelangte Blix zu dem Ergebniss, dass wahrscheinlich alle Haare Tasthaare seien. Diese Folgerung gründete sich auf die Beobachtungen, die er über die Frage anstellte, ob an behaarten Hautstellen Druckpunkte und Haarpapillen örtlich zusammenfallen oder nicht. Es ergab sich, dass auf der Rückseite der Hand »recht viele« Druckpunkte zwischen den Haarfollikeln zu finden waren, dass sie aber höher auf den Arm hinauf mehr »spärlich« gefunden wurden und auf dem Oberschenkel überhaupt nicht mehr zu constatiren waren. Blix will aber diese Frage nicht endgültig entschieden haben, sondern lässt die Möglichkeit zu, dass, auch wo er gesonderte Druckpunkte sah, rudimentäre Hautpapillen seiner Aufmerksamkeit entgangen sein könnten<sup>1)</sup>. Goldscheider beschreibt eine andere Anordnung der Druckpunkte, doch spricht auch er von Anhäufungen dieser an den Haaren<sup>2)</sup>.

Eine weitere Förderung erhielten diese Forschungen durch M. v. Frey<sup>3)</sup>. Seine Arbeiten bilden chronologisch die Weiterführung derjenigen von Blix und Goldscheider<sup>4)</sup>. Durch die von ihm eingeführten sogenannten Reizhaare ist es nicht nur möglich geworden, die einzelnen Tastapparate mit größter Exactheit auf die Hautfläche zu projeciren, sondern auch die Empfindlichkeit jedes einzelnen Punktes in bisher nicht erreichter Weise zu bestimmen. Diese Messung der Empfindlichkeit der Tastpunkte hat, wie v. Frey zeigt, nach Spannungseinheiten zu geschehen, d. h. durch den Reizwerth, den man erhält, wenn man das Gewicht, das ein solches Haar auf der

1) A. a. O., S. 157.

2) Ges. Abhandl., S. 192.

3) M. v. Frey, Beiträge zur Physiologie des Schmerzsinnes und der Haut, 1.—4. Mitth., Leipziger Berichte 1894—97. — Untersuch. über die Sinnesfunctionen der menschlichen Haut; Leipziger Abhandl. XXIII, III, 1896.

4) Auf die Arbeiten Dessoir's wird in einem anderen Zusammenhange eingegangen werden.

chemischen Wage zu heben vermag, durch seinen mittleren Radius dividirt. v. Frey geht nun über Blix noch insofern hinaus, als er alle Haare ohne Einschränkung als Tastorgane erklärt. Die Körperhaut besitzt nach ihm für die Auffassung von Deformationen zwei peripherische Sinnesorgane, die, obwohl morphologisch verschieden, doch in dieser Hinsicht gleichbedeutend sind: die Meißner'schen Körperchen und die Nervenkränze der Haarscheiden. »Die Behaarung der Haut« stellt nach v. Frey »den empfindlichsten Tastapparat des Körpers dar, jedes Haar einen Hebel, dessen kurzer Arm in der Haut steckt, während der lange Arm dem Reiz zum Angriff dient«<sup>1)</sup>. Ob der Auffassung v. Frey's eine absolute Bedeutung zukommt oder ob nicht noch durch andere Gebilde, die sich in der Haut gewisser Körperstellen finden oder hier noch gefunden werden mögen, die Vermittlung tactiler Eindrücke zu stande kommt, ist eine Frage, die nicht ohne weiteres entschieden werden kann. Auf Grund eigener Erfahrungen bin ich zu der Ueberzeugung geführt worden, dass v. Frey's Auffassung wenigstens für Theile der Mundregion und die Mundhöhle nicht ausreicht<sup>2)</sup>, ebenso wie ich mich bisher nie davon habe überzeugen können, dass die Organe, für welche er die Wahrscheinlichkeit auflässt, dass sie der Auslösung thermischer Reize dienen, in der That diese Function besitzen oder dass sie wenigstens die einzigen seien, welche Temperaturempfindungen vermitteln<sup>3)</sup>.

Mühsamer noch war der Weg, den die histologische Forschung zurückzulegen hatte. Es kann hier nicht unsere Aufgabe sein, auf die gesammte Geschichte wie auf die Einzelheiten dieses interessanten Gegenstandes einzugehen. Wir beschränken uns vielmehr auf den Gang im allgemeinen, soweit er für uns Interesse besitzen dürfte.

Soweit hier die Haare in Betracht kommen, richtete sich die Aufmerksamkeit seit Morgagni<sup>4)</sup> zunächst auf die großen, einen Blut sinus enthaltenden und zum Theil mit willkürlichen Muskeln versehenen Haare, die sich an manchen Stellen des Thierkörpers (Lippen,

1) Vgl. Mitth. 1894, S. 188.

2) Vgl. auch E. Botezat, Ueber das Verhalten der Nerven im Epithel der Säugethierzunge. Zeitschr. f. wiss. Zool., LXXI, S. 221 f.

3) Vgl. Mitth., S. 181 u. A. Leontowitsch, Die Innervation der menschl. Haut. Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol., XVIII, S. 281. 1901.

4) M. V. Odenius, Beitr. z. Kenntn. d. anat. Baues d. Tasthaare, Arch. f. mikr. Anat. II, S. 437.

Mundwinkel, Kinn, über den Augen) finden. Indem man diese als mit einem besonderen Tastvermögen ausgestattet ansah, wurden sie als Tasthaare bezeichnet und ihre Innervation zum Gegenstand eingehender Forschungen gemacht.

Was diese letztere betrifft, so spricht schon Gegenbaur<sup>1)</sup>, dem wir neue Anregungen zu diesen Studien verdanken, 1851 von einem dichten Netzwerk, das sich rings um die äußere Wurzelhülle ausbreite, und von dem sich nach innen zu ein zweites auf einem structurlosen Häutchen befindliches Nervennetz abzweige. Sodann beschreibt Leydig<sup>2)</sup> 1859 bei der Maus eine Art Kranz, den die Nervenfasern in der Gegend des Ringsinus bilden, und ebenso spricht Odenius<sup>3)</sup> 1866 wie Gegenbaur von einem groben äußeren Nervengeflecht und einem feineren inneren, in welchem letzterem sich die Nerven theilen, dann aber nach oben ziehend in den konischen Körper treten, um hier einen vollständigen Kranz paralleler Fasern zu bilden, der jedoch bei verschiedenen Thieren verschieden sei.

Eine tiefgreifende Förderung erhielten sodann alle diese Untersuchungen seit dem Jahre 1871, in dem J. Schöbl<sup>4)</sup> seine bekannte Arbeit über die Flughaut der Fledermäuse veröffentlichte. Hier hatte man schon seit langer Zeit besondere Tastapparate vermuthet<sup>5)</sup>. Indem Schöbl diese Verhältnisse genauer untersuchte, erkannte er, dass das feine Tastvermögen dieser Thiere zu der überaus großen Fülle von Härchen in Beziehung stehe, mit denen die Flughaut bedeckt ist. Schöbl zählte die Härchen der Flughaut und fand die ventrale Fläche unverhältnissmäßig reicher damit besetzt als die Außenfläche. Aus weiteren Untersuchungen, die er über die Haare des äußeren Ohrs der Mäuse und Igel, sowie über die des Igelrüssels anstellte<sup>6)</sup>, ergab sich ihm, dass auch hier Tasthaare vorhanden waren, ja dass am Igelrüssel alle Haare Tasthaare seien.

1) C. Gegenbaur, Untersuchungen über die Tasthaare einiger Säugethiere. Zeitschr. f. wiss. Zool., III, S. 19.

2) Fr. Leydig, Ueber die äußeren Bedeckungen der Säugethiere. Müller's Archiv, 1859, S. 720.

3) Odenius, cit. Arbeit S. 457 f.

4) Jos. Schöbl, Die Flughaut der Fledermaus. Arch. f. mikr. Anat., VII, S. 1 ff.

5) Es sei nur an den bekannten Versuch erinnert, den Spallanzani mit der geblendeten Fledermaus anstellte.

6) J. Schöbl, Das äußere Ohr des Igels als Tastorgan. Arch. f. mikr. Anat.,

Den cavernösen Körper hielt somit Schöbl für den Begriff des Tasthaares entbehrlich. Von Bedeutung ist für uns ferner, dass er allmähliche Uebergangsformen von den großen Tasthaaren zu den kleinen einerseits und von diesen zu der gewöhnlichen Haarform anderseits beschreibt. In der Polemik, die sich an Schöbl's Untersuchungen anschloss<sup>1)</sup>, musste er selbst manche seiner früheren Behauptungen aufgeben, so dass schließlich für die Haare ohne Sinus ein Nervenring übrig blieb, der sich unterhalb der Talgdrüsen um das Haar herumlege und den er als terminalen Tastapparat auffasst.

Dieser Nervenring wurde 1872 von Jobert<sup>2)</sup> für den Flügel der Fledermaus und die Schnauzhaare einiger Säuger bestätigt. Derselbe Forscher suchte 1874<sup>3)</sup> zu zeigen, dass auch die Schwanzhaare der Ratte Tasthaare seien, und erklärte ebenso 1875<sup>4)</sup> die Wimpern der menschlichen Augenlider für wirkliche Tasthaare, indem er auch hier die nervöse Einrichtung wiederfand, die er bei den Tasthaaren ohne Blutsinus im Gesicht der Säugethiere, sowie in den Schwanzhaaren der Ratte angetroffen hatte. In der gleichen Arbeit gibt Jobert an, dass auch in der Haut der Backenknochen, der Ober- und Unterlippe und des Kinns beim Menschen Tasthaare gefunden würden. Er sah auch in diesem Falle die Nerven immer unterhalb der Talgdrüsen eindringen, fügt aber hinzu, dass ebensowenig wie bei den Säugethieren alle Haare dieser Region Tasthaare seien.

Während in den bisher erwähnten Arbeiten nur Theile der Oberflächenhaut untersucht wurden, stellt die 1876 von Arnstein<sup>5)</sup> der

VIII, S. 295 ff. — Ueber die Nervenendigung an den Tasthaaren der Säugethiere u. s. w. Arch. f. mikr. Anat., IX, S. 197.

1) L. Stieda, Die angeblichen Terminalkörperchen an den Haaren einiger Säugethiere. Arch. f. mikr. Anat., VIII, S. 274. — Zur Kritik der Untersuchungen Schöbl's über die Haare. Ebenda IX, S. 795. — J. Schöbl, Nochmals über die angebl. Terminalkörper u. s. w. Ebenda VIII, S. 654.

2) M. Jobert, Etudes d'anat. compar. sur les organes de toucher chez divers Mammifères. Anat. des sciences nat., II. sér., Zool. XVI, citirt nach R. Bonnet, Studien über die Innervation der Haarbälge der Hausthiere. Morpholog. Jahrb. IV, S. 334.

3) M. Jobert, Recherches sur les organes tactiles des Rongeurs et des Insectivores. Comptes rendus etc., LXXVIII, p. 1058.

4) M. Jobert, Recherches sur les organes tactiles de l'homme. Comptes rendus etc., LXXX, p. 274.

5) C. Arnstein, Die Nerven der behaarten Haut. Wiener Sitzungsber. LXXIV. 3, S. 203 ff.

Kais. Akademie der Wissenschaften zu Wien vorgelegte Arbeit auch insofern einen Fortschritt dar, als dieser Forscher größere Gebiete der Körperhaut in Rücksicht zog. Arnstein untersuchte in Rollett's Laboratorium vorzugsweise weiße Mäuse, daneben Kaninchen, die Fledermaus, einige Vögel und die Kopfschwarte des Menschen. Er gelangte hierbei einerseits zu dem Ergebniss, dass bei der Maus »alle Haare der Haut, selbst an Stellen, die für das Tasten nicht speciell eingerichtet sind, mit Nerven versehen sind«<sup>1)</sup>, und unterscheidet zwischen eigentlichen Tasthaaren (äußeres Mäuseohr, die großen Haare der Schnauze), den Haaren der Rückenhaut und solchen, die in Bezug auf Nervenreichthum in der Mitte stehen (Mäuseschwanz). Die eigentlichen Tasthaare sind nach Arnstein besonders dadurch charakterisirt, dass sie außer den auch bei den übrigen Haaren sich findenden und in der Gegend der Talgdrüsen sich inserirenden Nerven spezifische Tastnerven besitzen, die zu tiefer gelegenen Stellen des Haarbalges ziehen. Letztere dienen nach ihm der eigentlichen Tastwahrnehmung, erstere dem Gemeingefühl. Der Vermittelung des letzteren schreibt der Verfasser auch die Function von Fasern zu, die gleichfalls von den Stämmchen, von denen die Haarnerven sich abzweigen, ihren Ursprung nehmen und in der Cutis ein blasses Nervenetz bilden. Auch für die Kopfschwarte des Menschen glaubte Arnstein aus seinen Beobachtungen schließen zu können, dass jedes Haar mit Nerven versorgt ist, die sich in der Gegend der Talgdrüsen inseriren. Da bei diesen Haaren das dickere, nur den eigentlichen Tasthaaren eigene Stämmchen fehlt, so dienen auch sie nach Arnstein dem Gemeingefühl. Ein weiterer Befund Arnstein's sind Gebilde, die er in der Flughaut der Fledermaus fand und die er den Pacini'schen Körpern näher als den Meißner'schen stehend beschreibt. Sie werden als ovale Endkolben bezeichnet. Dieser Befund zusammen mit den im Greifschwanz einiger Affen und in der Wachshaut der Vögel gefundenen Körperchen brachten ihn zu dem für uns wichtigen Ausspruch, »dass Endkolben resp. Tastkörperchen und Tasthaare physiologisch gleichwerthige Gebilde sind und sich in ihrer Function gegenseitig ersetzen können«<sup>2)</sup>.

1) A. a. O., S. 207.

2) A. a. O., S. 228.

Einen weiteren Fortschritt bedeutet die 1878 erschienene Arbeit Robert Bonnet's<sup>1)</sup>. Der Verfasser stellte sich weniger die Aufgabe, das bis dahin gesammelte Material an vielen neuen Thatsachen zu bereichern, als es vielmehr zu sichten, Falsches zu beseitigen und Richtiges zu bestätigen. Er untersuchte die Haarbälge des Pferdes, Schafes, Rindes, Hundes, Schweines, der Katze, Ratte und Maus, zog aber in den Bereich seiner Forschung außerdem Körperstellen, die bisher und selbst von Arnstein übersehen worden waren, wie die Haut am Vorder- und Hinterfuß der Ratte oberhalb der Pfoten. Zugleich versprach er sich von der inzwischen fortgeschrittenen Technik Vortheile. Bonnet kam wie über alle seine Vorgänger, so auch über Arnstein insofern hinaus, als er, den bisher üblichen Begriff des Tastens verwerfend, die Grenze zwischen Tasthaar und gewöhnlichem Haar und somit auch den von Arnstein aufgestellten Unterschied zwischen Tastwahrnehmung und Gemeingefühl verwirft. Die Haare bringen für ihn nur Druckschwankungen zu stande, sie wirken gleich Sonden, die das Thier über Eindrücke aus der Nähe orientiren, und er sucht den Nachweis zu führen, »dass jedes Haar mit seinen Hüllen ein Fühlorgan darstellt«. <sup>2)</sup> Ihm bleibt als einziges anatomisches Kriterium für den Unterschied der beiden Haararten der bluthaltige Schwellkörper bestehen, und er unterscheidet demnach die Innervation der schwellkörperlosen Haarbälge von der der schwellkörperhaltigen. Letztere mögen nach ihm je nach ihrem Standort als Spürhaare, Schnauz-, Augenlid- oder Wangenborsten unterschieden werden, im Uebrigen aber will er den bisher festgehaltenen Unterschied beseitigt wissen. Da die letzteren für den menschlichen Organismus nicht in Betracht kommen, so dürften wir, wenn wir Arnstein's und Bonnet's Aussprüche zusammenfassen, zu dem Punkte gelangt sein, in dem, wie oben erwähnt, beide Wissenschaften zusammengetroffen sind. Die Verschiedenheit der Ausdrücke dürfte an sich nichts Wesentliches sein. Ich selbst bevorzuge den Ausdruck Tastorgane und nenne dementsprechend in der vorliegenden Arbeit, wie zum Theil schon in früheren geschehen ist, die von Blix und Goldscheider als Druckpunkte bezeichneten Hautpunkte Tastpunkte.

1) R. Bonnet, Studien über die Innervation der Haarbälge der Säugethiere. Morpholog. Jahrb. IV, S. 329 ff.

2) Ebenda, S. 331.



Wir übergehen die Einzelheiten der weiteren Arbeiten, durch welche diese Thatsachen immer mehr bestätigt und geklärt wurden und welche mehr die Anordnung, Vertheilung und Endigungsweise der Nervenfasern im Einzelnen verfolgten. In späteren Arbeiten werden wir etwas näher darauf eingehen, es sei daher hier auf die werthvollen Untersuchungen von Merkel, Ebner, v. Mises, van Gehuchten, Orrù, Sertoli, Retzius, Szymonovicz und Anderer, wie besonders auf die unlängst von Leontowitsch erschienene umfangreiche Abhandlung nur verwiesen<sup>1)</sup>. Durch alle diese mühevollen Studien ist immer mehr festgestellt worden, dass alle Haare mit Nerven versorgt sind, die sich unterhalb der Talgdrüsen inseriren und hier ein nach den einen mehr, nach anderen weniger geschlossenes Gefüge bilden, das als Nervenring (Schöbl-Jobert), korbartiges Geflecht (v. Mises), Netz, Nervenkranz oder anders bezeichnet wird. Schließlich gibt v. Frey<sup>2)</sup> an, dass auch er beim Menschen an Dickenschnitten bei Anwendung der Goldfärbung dieses Gebilde an jedem Haar gesehen hat. Was die Endigungsweise der Nerven im Einzelnen betrifft, so dürfte hier bei der großen Complicirtheit des Organs trotz des Zusammenwirkens der namhaftesten Forscher eine Einigkeit auch noch kaum erzielt worden sein. Auch die Befunde von Leontowitsch werden zum Theil vielleicht noch der Kritik zu unterwerfen sein. Aus der erwähnten Arbeit sei nur noch hervorgehoben, dass dieser Forscher die Mannigfaltigkeit im Bau des Haares, welche frühere Autoren aus der Verschiedenheit der verwendeten Thierarten erklärten, zum Theil auf seine verschiedenen Altersstufen zurückzuführen sucht. Er unterscheidet in der Haarentwicklung fünf Stadien, die Bildung des Nervenrings beginnt nach ihm im dritten.

Hiermit sind die Functionen der Haare nicht erschöpft<sup>3)</sup>, uns interessirt aber hier nur die so vielseitig festgestellte Thatsache, dass jedes Haar ein specifisch adaptirtes Tastorgan ist. Ebenso gewiss ist aber, was immer der weitere Gang der Forschung erbringen möge,

1) Cit. Abhandl. in Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol. VIII, S. 142 ff. Vgl. ebenso W. Wundt, Grundzüge d. physiol. Psychologie, 5. Aufl. I, S. 396.

2) Cit. Abhandlung, S. 254.

3) Vgl. S. Exner, Die Function der menschlichen Haare. Wiener klin. Wochenschr., 1896, IX, 14, S. 237. — Ueber die elektr. Eigenschaften der Haare und Federn. Pflüger's Archiv LXI, S. 427 ff. Vortr. des Vereins zur Verbreitung naturwiss. Kenntnisse in Wien, XXXVI, 3, 1896.

dass auch die Meißner'schen Körperchen solche Tastorgane sind, und dass beide Organe sich in ihrer Function gegenseitig ersetzen.

Wie aus dem eingangs Erwähnten bereits hervorgeht, wurden die nachstehend beschriebenen Versuche mit v. Frey's Reizhaaren ausgeführt. Auf die Einzelheiten und die Begründung der Methode braucht hier wohl nicht eingegangen zu werden. Es sei daher auf v. Frey's Abhandlung wie auf unsere gemeinsam ausgeführte Arbeit nur verwiesen<sup>1)</sup>.

Von den vorliegenden Untersuchungen erschienen bereits zwei kleinere vorläufige Mittheilungen<sup>2)</sup>. Die in Betracht kommenden Bestimmungen sind, soweit sie berücksichtigt wurden, nochmals controllirt und berichtigt worden.

## I. Die Vertheilung der Tastpunkte auf der Körperoberfläche.

1) Die Versuche wurden an der Beugefläche des linken Handgelenks begonnen. Hier findet sich regelmäßig ein haarloser Bezirk, der aber von individuell verschiedener Größe ist. Mit Herrn stud. med. A. Fontana, dem ich für vielfaches Mitarbeiten Dank schulde, habe ich hierüber einige Messungen angestellt, die uns zu den in der nachstehenden Tabelle enthaltenen Werthen führten:

Tabelle I.

Name	Alter	Umfang in cm	Flächeninhalt in qcm
P. F.	18	16,5	8,5
Ar. F.	20	16,5	11,5
E. S.	20	17	32
An. F.	22	—	17,5
A. A.	24	17	31
F. K.	42	17	34

1) M. v. Frey u. F. Kiesow, Ueber die Function der Tastkörperchen. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg., 1899, XX, S. 126 f.

2) F. Kiesow, Contributo alla psico-fisiologia del senso tattile. R. Acc. di Medicina di Torino, VI, fasc. 9—12. — F. Kiesow e A. Fontana, Sulla distribuzione dei peli come organi tattili sulla superficie del corpo umano. Rendiconti della R. Acc. dei Lincei. cl. di scienze ecc. X. 2<sup>o</sup> sem., serie 5<sup>a</sup>, fasc. 1. — Arch. ital. de Biologie, XXXVI, fasc. 2.

Sämmtliche Versuchspersonen sind männlichen Geschlechtes. Wie man aus der Tabelle ersieht, sind bei durchweg gleichem Umfang die individuellen Unterschiede ziemlich beträchtlich.

In dieser Region wird die Tastempfindung durch Meißner'sche Körperchen und vielleicht nur durch diese ausgelöst. Beim Aufsuchen der Tastpunkte benutzte ich hier wie überall eine Lupe von 8 cm Brennweite, die ich während des Suchens beständig vor dem rechten Auge trug. Die Fixirung der Punkte geschah hier wie immer vorläufig mit gewöhnlicher Tinte und endgültig, d. h. nachdem ein Zweifel über die wirkliche Lage des Tastpunktes nach wiederholten Versuchen nicht mehr vorhanden war, mit Anilintinte, die mit einer sehr feinen Zeichfeder vorsichtig aufgetragen wurde. Ich hielt die betreffenden Federn während des Suchens und Controllirens immer in der linken Hand, um sie, während die Hautstelle mit dem Auge festgehalten wurde, sogleich in Bereitschaft zu haben. Machen diese Versuche anfangs auch wohl einige Schwierigkeiten, so gewöhnt man sich doch daran und erreicht nach einiger Zeit, wie im Aufsuchen so auch im Fixiren derselben, die nöthige Sicherheit. Anfänger haben mir oft gesagt, dass ihnen das sichere Erkennen des Tastpunktes Schwierigkeiten bereite. Hier hilft natürlich nichts als fortgesetzte Uebung, wodurch die Mühe aber doch reichlich belohnt wird. Die auf dem Tastpunkte auftretende Empfindung, die Goldscheider<sup>1)</sup> sehr treffend als körnig, v. Frey<sup>2)</sup> ebenso als oscillirend bezeichnet, ist so charakteristisch, dass man bei einiger Uebung in der That nicht mehr fehl gehen kann. Die endgültige Lage des Punktes ist schließlich durch die minimalen Reizwerthe bestimmt, die hier eben noch empfunden werden. Man darf daher die Reize nicht zu stark wählen, um nicht zu große Deformationen zu erzeugen. Man findet in einer umschriebenen Hautfläche zudem nicht alle Punkte an einem Tage, oft ist es mir begegnet, dass ich am vierten oder fünften Tage noch den einen oder den andern Punkt fand<sup>3)</sup>.

Für die Abgrenzung der zu untersuchenden Hautstellen wurde überall ein kreisrunder Gummistempel von 4 qcm und, wo die Klein-

1) Ges. Abhandl. I, S. 187.

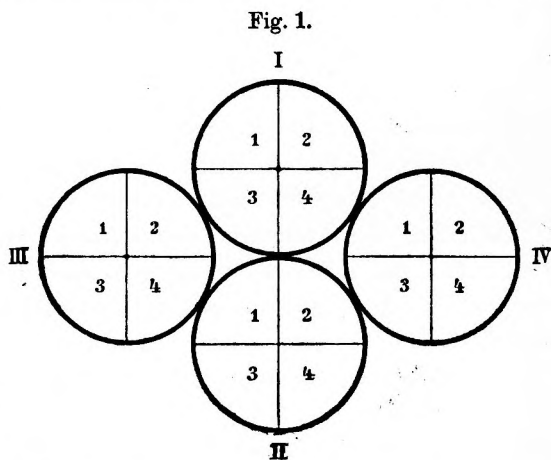
2) Vgl. a. a. O., S. 219.

3) Vgl. A. Goldscheider, Ges. Abhandl., S. 190. Im Uebrigen vergleiche man die Ausführungen bei v. Frey, Abhandl., S. 208 f.

heit der Hautfläche oder andere Umstände es erforderten, ein anderer von 1 qcm benutzt, welcher letzterer von quadratischer Form war. Die durch den ersteren der Haut aufgedrückte Kreisfläche wurde, um das Zählen zu erleichtern und eine bessere Vorstellung von der Vertheilung der Punkte in der Flächeneinheit zu gewinnen, mit Ausnahme einiger unten erwähnter Stellen so gleichmäßig, als dies bei der leichten Verschiebung der Haut möglich ist, durch Hilfslinien in 4 Quadranten getheilt.

Auf der in Rede stehenden Hautstelle wurden vier solcher Kreisflächen untersucht, die, wie die nebenstehende Fig. 1 zeigt, mit ihren Rändern in Kreuzesform an einander stießen. Von diesen war die

mit I bezeichnete nach der Hand zu, die mit II bezeichnete nach der Ellenbeuge zu gelegen. Demnach entspricht die III dem radialen, die IV dem ulnaren Rande des Handgelenks. Hierbei war der erste Kreis vor der Mitte der Hohlhand gelegen, die distalen Ränder der



seitlichen Kreise hatten von der Handgelenksfalte einen Abstand von ca. 1 cm. Die einzelnen Quadranten wurden constant bezeichnet, wie dies in der Fig. 1 angegeben ist. Von Wichtigkeit schien mir, den Umfang der untersuchten Hautflächen gleichzeitig zu messen. Es wäre nicht undenkbar, dass die Gesamtzahl der Tastpunkte in den einzelnen Individuen nicht erheblich variiert, und dass daher die Dichte der Punkte mit dem individuell verschiedenen Umfang, wenigstens zum Theil, zusammenhängen könnte. Irgend etwas Bestimmtes wage ich aber hierüber nicht zu behaupten. Genauere Angaben können erst durch besondere Messungen gewonnen werden. Bei mir selbst beträgt der Umfang des linken Unterarms unmittelbar am Handgelenk 17 cm, in der Höhe des proximalen Randes der zweiten Kreisfläche ca. 16,5 cm.

Die aus dieser Untersuchung gewonnenen Ergebnisse enthält die folgende Tabelle. In dieser, wie in allen folgenden bezeichnen die römischen Ziffern die einzelnen Kreisflächen, die arabischen über den Columnen die einzelnen Quadranten.

Tabelle II.

	1	2	3	4	Gesammtzahl	Arithm. Mittel pro qcm
I	33	27	28	35	123	30,8
II	33	21	31	23	108	27,0
III	44	25	38	29	136	34,0
IV	32	22	24	12	90	22,5

Auf die Gesamtfläche von 16 qcm würden hiernach 457 Tastpunkte kommen, auf die Flächeneinheit somit 28,53, wobei die Einzelwerthe zwischen 12 und 44 Punkten im Quadratcentimeter schwanken.

Obwohl ich durch vielfache Uebung eine hinreichende Sicherheit im Aufsuchen der Tastpunkte gewonnen zu haben glaube, habe ich es doch für gut gehalten, wenigstens eine dieser Kreisflächen und zwar die II. der Controlle wegen nochmals zu untersuchen. Dies geschah einige Wochen später, nachdem die Kreislinien wie die Punkte selbst längst spurlos verschwunden waren. Hierbei suchte ich, soweit dies durch Messung möglich war, die Stelle der früheren Kreisfläche thunlichst genau wieder zu finden. Das Resultat dieser Untersuchung war das folgende:

Tabelle III.

	1	2	3	4	Gesammtzahl	Arithm. Mittel pro qcm
II	35	21	29	20	105	26,25

Bedenkt man, dass an ein mathematisch genaues Zusammenfallen dieser Kreisfläche mit der früheren nicht gedacht werden kann, so dürfte eine größere Uebereinstimmung der in beiden Fällen erhaltenen Werthe kaum zu erwarten und die Zuverlässigkeit der von Frey'schen Methode hinreichend erwiesen sein.

Auf der gleichen Hautfläche hat schon v. Frey selbst einen Raum von ca. 16 qcm untersucht<sup>1)</sup>. Die in den vorstehenden Tabellen stimmen insofern sehr gut mit den seinigen überein, als auch er hier Werthe fand, die zwischen 12 und 41 im Quadratcentimeter schwanken. Im Uebrigen darf es wohl nicht Wunder nehmen, wenn hier im Einzelnen individuelle Unterschiede vorliegen, was zum Theil wenigstens vielleicht mit den oben erwähnten Unterschieden im Umfang der Körpertheile zusammenhängt. Im allgemeinen ist die Dichte der Punkte größer nach der Handgelenksfalte zu und an dieser selbst, sie nimmt ab nach der Haargrenze zu.

2) Mitte der Beugefläche des linken Unterarms, ca. 13 cm vom Handgelenk entfernt. Umfang: 22 cm. Hier wurden 3 Kreisflächen untersucht, die mit den Seitenrändern an einander stießen und in gerader Richtung quer über dem Arm lagen. Die mittlere Kreisfläche, in der nachstehenden Tabelle mit I bezeichnet, lag in der Verlängerung der von Zeige- und Ringfinger gebildeten Spalte. In der Tabelle bezeichnet weiter II die radialwärts und III die ulnarwärts gelegene Fläche.

Tabelle IV.

	1	2	3	4	Gesammtzahl	Arithm. Mittel pro qcm
I	18	17	21	12	68	17
II	20	16	17	14	67	16,75
III	22	13	13	10	58	14,5

Die Zahlen schwanken zwischen 10 und 22 im Quadratcentimeter. Auf dem Gesamttraum von 12 qcm finden sich hier somit 193 Punkte, das arithm. Mittel pro qcm beträgt 16,08.

In der oben citirten vorläufigen Mittheilung war auf dieser Hautstelle nur eine einzige Kreisfläche untersucht worden, die, wenn auch hier ebenso wie bei dem vorstehenden Controllversuch ein mathematisches Zusammenfallen ausgeschlossen ist, annähernd da gelegen war, wo sich die in der Tabelle als I bezeichnete Kreisfläche befand. Durch ein Versehen wurde für diese Fläche nur die Gesamtzahl

1) Cit. Abhdl., S. 232 f.

der Punkte bestimmt und die Dichte innerhalb der einzelnen Quadranten nicht berücksichtigt. Diese Gesamtzahl betrug 64, das arithmetische Mittel pro qmm somit 16. Ich habe auch diese Werthe hier nochmals aufgeführt, da ein Vergleich derselben mit den in der Tabelle angegebenen einen weiteren Beweis für die Sicherheit der v. Frey'schen Methode abgeben dürfte.

Diese Stelle gehört bereits zu den behaarten Hautpartien. Um zu erfahren, ob neben den Haarpunkten noch Tastpunkte vorhanden seien, denen kein Haar entspricht, reine Tastpunkte, wie ich sie nennen möchte, habe ich mit einem Freunde zusammen an drei aufeinander folgenden Tagen diese Stelle bei natürlichem und künstlichem Licht mit scharfen Lupen genau untersucht. Wir konnten schließlich feststellen, dass von den 64 der letzterwähnten Punkte an 7 kein Haar nachweisbar war. Ich habe mich aber bald überzeugt, dass derartige Bestimmungen mit Fehlerquellen behaftet sein können, zumal, wenn sie an Personen vorgenommen werden, bei denen, wie bei mir selbst, die kleinen Körperhaare durchweg von mehr blonder Farbe sind. Es ist dann immer die Möglichkeit gegeben, dass ein Haar wegen seiner Kleinheit und der mit dem Grunde fast identischen Farbe übersehen wird, oder dass ein solches ausgefallen und das Ersatzhaar noch nicht hinreichend sichtbar ist u. s. w. Es bleiben daher über die absolute Richtigkeit solcher Ergebnisse leicht Zweifel bestehen, wie Blix dies schon hervorgehoben hat. Die Thatsache an sich aber dürfte bestehen, zumal sie von der anatomischen Forschung bestätigt wird, so beschränkt auch diese Angaben im Einzelnen noch sein mögen. So haben Merkel für die Unterschenkelhaut und Krause für die Beugeseite der Vorderarme bereits darauf hingewiesen. Letzterer<sup>1)</sup> fand hier auf einer Gesamtfläche von 330 qmm im Mittel ein Meißner'sches Körperchen auf 35 qmm. Es bleibt sich hierbei zunächst gleich und kommt für unseren Zweck vorerst nicht in Betracht, ob es sich hier wirklich um Körperchen im Sinne Meißner's, oder um verkleinerte Formen, ob um Uebergangsformen mit Annäherung an die Krause'schen Körperchen oder ob es sich schließlich um noch andere Gebilde handelt. Alle diese Fragen bedürfen noch weiterer Forschungen, und wo sie zum Theil beantwortet

1) Cit. nach A. Koelliker, Hdb. d. Gewebelehre d. Menschen, 6. Aufl. I. S. 183 f.

worden sind, noch weiterer Bestätigung, — für uns genügt vielmehr zunächst die Thatsache, dass an behaarten Körperflächen außer den Haarpunkten noch reine Tastpunkte gefunden werden, Punkte also, denen Gebilde entsprechen müssen, durch deren Function die Tastempfindung zu stande kommt. Mit der Angabe Krause's, dessen Originalarbeit mir gegenwärtig nicht zur Verfügung steht, dürften unsere Werthe angesichts der hervorgehobenen Unsicherheit recht gut vergleichbar sein. Ebenso mag schon hier erwähnt sein, dass, soweit ich am Arm zu einigen Angaben gelangen konnte und die immerhin durch genauere Prüfungen gefunden wurden als die sind, welche Blix anstellte, die oben erwähnte Bemerkung des letzteren durch diese Angaben eine merkwürdige Bestätigung findet. Soweit es mir möglich war, habe ich überall auf diese Thatsache geachtet. Die einzelnen Angaben werden an den betreffenden Stellen gemacht werden. Im Ganzen aber dürfte die Anzahl der reinen Tastpunkte an hehaarten Körperstellen (außer Hand und Fuß, die noch gesondert untersucht werden müssen), nirgends überwiegen. Diese Zahl scheint meistens gering, an manchen Stellen sogar verschwindend klein zu sein. An noch anderen Hautflächen scheinen reine Tastpunkte ganz zu fehlen.

3) Oberer Theil der Beugeseite des linken Vorderarms, Abstand von der Ellenbeuge 2,5 cm. Umfang: 25,3 cm. Auch hier wurden 3 Kreisflächen untersucht, die wie beim vorigen Versuch vertical zur Longitudinalaxe über der Mittellinie der Hautfläche lagen und mit ihren Rändern dicht an einander stießen. Die Einzelwerthe enthält die folgende Tabelle. Die Bezeichnung der Kreise ist dieselbe wie in der vorigen Zusammenstellung.

Tabelle V.

	1	2	3	4	Gesammtzahl	Arithm. Mittel pro qcm
I	2	6	4	7	19	4,75
II	13	11	11	11	46	11,5
III	12	8	14	12	46	11,5

Der Gesamtwertb der auf der Fläche von 12 qcm gefundenen Punkte beträgt somit III, mit einem arithm. Mittel von 9,25. Dieser Mittelwertb liegt zwischen den Grenzen von 2 und 14 Punkten im Quadratcentimeter.



4) Ellenbeuge. Umfang: 24,5 cm. Auch hier wurden 3 Kreisflächen untersucht, deren Lage und Bezeichnung die gleichen sind wie bei den vorstehenden Versuchen.

Tabelle VI.

	1	2	3	4	Gesammtzahl	Arithm. Mittel pro qcm
I	9	12	11	14	46	11,5
II	12	19	12	13	56	14
III	16	12	9	7	44	11

Die Gesamttzahl für 12 qcm beträgt 146, das arithmetische Mittel 12,17, die einzelnen Zahlen schwanken zwischen 7 und 19.

5) Mitte der Volarfläche des Oberarms. Diese Stelle wurde ebenfalls zweimal geprüft und zwar in Abständen von mehreren Monaten. Ein erstes Mal wurden hier 3 Kreisflächen untersucht, von denen 2 in der Longitudinalaxe des Gliedes gelegen waren, während die dritte, die Ränder der beiden andern berührend, sich radialwärts davon befand. Die Lage der Kreisflächen gleicht somit der in Fig. 1 dargestellten, nur dass im vorliegenden Falle die dort auf der Ulnarseite gelegene Fläche fehlt. Der distale Rand der unteren Kreisfläche war von der Ellenbeuge ca. 6 cm entfernt. Der Umfang des Oberarms beträgt an der untersuchten Stelle bei mir 26 cm. In der nachfolgenden Tabelle bezeichnet I die distalwärts gelegene, II die proximale und III die nach dem radialen Rande zu gelegene Kreisfläche.

Tabelle VII.

	1	2	3	4	Gesamttzahl	Arithm. Mittel pro qcm
I	9	8	7	7	31	7,75
II	11	9	7	10	37	9,25
III	11	10	14	9	44	11

Bei einer Gesamttzahl von 112 Punkten und dem entsprechenden Mittelwerth von 9,33 schwanken die Einzelwerthe zwischen den Zahlen 7 und 14.

Das zweite Mal würden hier 4 Kreisflächen untersucht, die genau die in Fig. 1 dargestellte Lage hatten. Es braucht kaum bemerkt zu werden, dass an ein genaues Zusammenfallen der einzelnen Kreisflächen auch hier nicht zu denken ist, obwohl ich möglichst die früheren Lagen wieder zu gewinnen suchte. In der nachstehenden Tabelle entspricht die Bezeichnung der Kreisflächen der in der vorigen, IV bezeichnet hier die ulnarwärts gelegene wie in Fig. 1.

Tabelle VIII.

	1	2	3	4	Gesammtzahl	Arithm. Mittel pro qcm
I	11	8	10	8	37	9,25
II	10	9	9	11	39	9,75
III	10	10	15	12	47	11,75
IV	14	7	11	8	40	10

Die Dichte der Punkte beträgt hiernach für 16 qcm 163, der Mittelwerth für die Flächeneinheit 10,19, wobei die einzelnen Zahlen zwischen 8 und 15 im Quadratcentimeter schwanken.

Ein Vergleich auch dieser Werthe mit den vorstehenden dürfte an der großen Zuverlässigkeit der Methode keinen Zweifel lassen. Der aus allen Zahlen für die Flächeneinheit gefundene Mittelwerth beträgt im letzten Falle 10,19, im ersten 9,33; die Einzelwerthe schwanken hier zwischen 8 und 15 im Quadratcentimeter, dort zwischen 7 und 14.

Nachdem hier die Punkte gesucht waren, habe ich die ganzen Flächen nochmals auf den Unterschied zwischen Haar- und reinen Tastpunkten untersucht. Es ergab sich, dass von den 163 Tastpunkten nur ein einziger Punkt als reiner Tastpunkt gedeutet werden konnte, während drei andere in dieser Hinsicht als fraglich bezeichnet werden mussten. Alle übrigen waren Haarpunkte. Obwohl ich auch für den einen Punkt keine absolute, sondern nur eine annähernde Gewissheit in Anspruch zu nehmen wage, resultirt aus dieser Prüfung wenigstens soviel als gewiss, dass die Zahl der reinen Tastpunkte und somit der entsprechenden Organe hier nur eine verschwindend kleine sein kann.

6) Dorsalseite des linken Unterarms. Processus styloideus ulnae. Umfang: 16 cm. Hier wurde nur eine Kreisfläche untersucht. Die gefundenen Werthe zeigt die folgende Zusammenstellung.

Tabelle IX.

1	2	3	4	Gesammtzahl	Arithm. Mittel pro qcm
19	24	14	25	82	20,5

Der Mittelwerth schwankt zwischen 14 und 25 im Quadratcentimeter.

Von diesen 82 Punkten konnten 55 mit Sicherheit als Haarpunkte erkannt werden.

7) Mitte der Dorsalseite des linken Unterarms, unmittelbar am Handgelenk. Auch hier wurde nur eine Kreisfläche mit nachstehendem Erfolge untersucht.

Tabelle X.

1	2	3	4	Gesammtzahl	Arithm. Mittel pro qcm
30	24	28	30	112	28

Der Mittelwerth liegt hier somit zwischen 24 und 30 Punkten im Quadratcentimeter.

Auch an dieser Stelle habe ich auf den Unterschied von Haarpunkten und reinen Tastpunkten geachtet. Bei der weiter unten zu besprechenden Bestimmung der Empfindlichkeit fanden sich unter 50 Tastpunkten bestimmt 33 Haarpunkte, somit 17 reine Tastpunkte. Diese Bestimmungen waren aber wegen der Feinheit, Kleinheit und hellen Farbe der Haare sehr schwer. Es muss weiter hervorgehoben werden, dass das Aufsuchen der Tastpunkte auf der Dorsalseite überhaupt schwieriger war als auf der Beugeseite, an der letzteren ist die Empfindung klarer und entschiedener. Ich habe hier die Zeichnungen häufig wieder zerstört und die Punkte neu gesucht, bis ich mich entscheiden konnte, die einzelnen Werthe als endgültige in die Tabellen einzutragen.

8) Radiale Fläche des linken Unterarms, unmittelbar am Handgelenk. Bei auf der Kleinfingerkante in senkrechter Stellung ruhender Hand 6 cm von der Spitze der Daumenspalte entfernt. Hier wurde gleichfalls nur eine Kreisfläche untersucht, die in der angegebenen Weise in der Verlängerung der von Daumen und Zeigefinger gebildeten Spalte lag. Das Ergebniss zeigt die folgende Tabelle.

Tabelle XI.

1	2	3	4	Gesammtzahl	Arithm. Mittel pro qcm
32	18	33	20	103	25,75

Die Zahlen schwanken hier zwischen 18 und 33 im Quadratcentimeter.

Von diesen 103 Tastpunkten konnte ich 57 bestimmt als Haarpunkte erkennen. Es gilt aber auch für diese Bestimmungen das früher Gesagte.

9) Vorderfläche des linken Oberschenkels, ca. 1 cm vom oberen Rande der Kniescheibe entfernt. Umfang: 35 cm.

Hier wurden zwei Kreisflächen untersucht, die vertical zur Längsaxe des Gliedes standen und mit ihren Innenrändern aneinander stießen. Das Ergebniss zeigt die nachstehende Tabelle, in der die äußere Fläche mit I, die nach innen gelegene mit II bezeichnet ist.

Tabelle XII.

	1	2	3	4	Gesammtzahl	Arithm. Mittel pro qcm
I	20	14	10	10	54	13,5
II	22	16	13	10	61	15,25

Bei einer Gesamttzahl von 115 Punkten für 8 qcm und einem dementsprechenden Mittelwerth von 14,38 pro Quadratcentimeter schwanken hier die Einzelwerthe zwischen 10 und 22 im Quadratcentimeter. Hier scheinen alle Tastpunkte Haarpunkte zu sein, wenigstens ist es mir nicht gelungen, innerhalb dieser beiden Flächen

auch nur einen einzigen reinen Tastpunkt mit Sicherheit nachzuweisen, bei zweien war ich zweifelhaft<sup>1)</sup>.

10) Mitte des linken Fußrückens, Umfang: 23,5 cm. Ich stelle eine hier vorgenommene Prüfung an das Ende dieser Versuchsreihe, weil ich sie nicht an mir selber, sondern an Herrn Fontana vorgenommen habe und für die Richtigkeit der Einzelwerthe nicht in dem Maße die Verantwortlichkeit übernehmen möchte, wie für die vorstehenden. Auch hier am Fuße findet sich ein haarloser Bezirk, der bei uns beiden fast die ganze äußere Hälfte des Fußrückens einnimmt. Auch die Knöchel sind haarlos<sup>2)</sup>. Die Haare erstrecken sich an der tibialen Seite über den Fußrücken entlang in Form einer schmalen Zunge von ca. 4 cm Breite.

Wenn es schon einige Mühe kostet, an sich selber innerhalb der haarlosen Bezirke die Tastpunkte auf die Hautfläche zu projiciren, so wird der Versuch erheblich erschwert, sobald man ihn an einer anderen Person vornimmt. Es war meine Absicht, für ein größeres Gebiet des Fußrückens genaue Werthe zu ermitteln, aber ich habe mich schließlich angesichts der Unsicherheit in den Aussagen der Versuchsperson und auf deren eigenen Wunsch auf die Prüfung einer einzigen Kreisfläche beschränkt, die der Mitte des Fußrückens aufgedrückt war. Aus dieser Prüfung resultirten die folgenden Werthe:

Tabelle XIII.

1	2	3	4	Gesammtzahl	Arithm. Mittel pro qcm
25	26	22	22	95	23,75

Wir betrachten aber diese Werthe nur als Annäherungswerthe, die eine ungefähre Vorstellung der Vertheilung der Tastpunkte auf dieser Hautfläche geben möchten.

Stellen wir die aus den vorstehend beschriebenen Versuchen resultirenden Gesammtergebnisse nebst den zugehörigen Mittelwerthen und den einzelnen Schwankungen im Quadratcentimeter nochmals zusammen, so ergibt sich die folgende Uebersicht:

1) Ueber scheinbare individuelle Unterschiede an dieser Hautstelle, wie auch auf der Kniescheibe konnte ich noch nicht ins Klare kommen.

2) Vgl. auch Aubert u. Kammler, a. a. O., S. 165.

Tabelle XIV.

Hautstelle	Gesamtwert	Arithm. Mittel pro qcm	Schwankung in qcm
Handgelenk: Beugefläche . . .	<b>457</b> in 16 qcm	<b>28,53</b>	12—44
› Dorsalfläche, Mitte	<b>112</b> in 4 ›	<b>28</b>	24—30
› Proc. styl. ulnae . .	<b>82</b> in 4 ›	<b>20,5</b>	14—25
› Radiale Fläche . . .	<b>103</b> in 4 ›	<b>25,75</b>	18—33
Unterarm: Mitte d. Beugefläche	<b>193</b> in 12 ›	<b>16,08</b>	10—22
› ob. Theil d. ›	<b>111</b> in 12 ›	<b>9,25</b>	2—14
Ellenbeuge . . . . .	<b>146</b> in 12 ›	<b>12,17</b>	7—19
Oberarm: Mitte d. Volarfläche {	<b>112</b> in 12 ›	<b>9,33</b>	7—14
	<b>163</b> in 16 ›	<b>10,19</b>	8—15
Fußbrücken: Mitte . . . . .	<b>95</b> in 4 ›	<b>23,75</b>	22—26
Oberschenkel: Vorderfläche oberhalb des Kniegelenks . . .	<b>115</b> in 8 ›	<b>14,38</b>	10—22

Soweit hier der Arm in Betracht kommt, erkennt man aus der Tabelle deutlich eine allmähliche Abnahme der Punkte nach der Ellenbeuge zu. Sie sind hier in etwas größerer Anzahl vorhanden, um höher auf den Arm hinauf sich nochmals zu vermindern.

Soweit den im Vorstehenden angegebenen Verhältnissen der Haarpunkte zu den reinen Tastpunkten im allgemeinen Zuverlässigkeit zukommt, und dies dürfte wohl der Fall sein, stimmen die Ergebnisse, wie schon angedeutet, mit denen von Blix, nicht aber mit denen von Goldscheider überein. Dass die letzteren in dieser Hinsicht nicht richtig sein können, hat auch schon v. Frey hervorgehoben<sup>1)</sup>. Goldscheider findet auf der Mitte der Beugefläche des Vorderarmes, auf dem unteren Drittel der gleichen Seite des Oberarmes, auf dem Oberschenkel über dem Knie u. s. w.<sup>2)</sup> die betreffenden Hautstellen zwischen den Haaren mit Punkten dicht besät. Die Ursache dieser abweichenden Befunde ist zweifellos in dem Umstande zu suchen, dass Goldscheider zu starke Reize anwandte, so dass in Folge zu großer Deformationen die eigentlichen Tastorgane

1) Abhdl., S. 223.

2) Vgl. die mitgetheilten Zeichnungen Goldscheider's, Ges. Abhandl. Tafel 3 nebst den dazu gehörigen Beschreibungen, wie die ganze Darstellung auf S. 185 f.

indirect mitgereizt wurden. Aus eben dem Grunde ist auch die ganze von ihm beschriebene Anordnung nicht der thatsächlich vorhandenen entsprechend, die aus den Tabellen erkennbaren Schwankungen dürften auch hierin Blix gegenüber Goldscheider Recht geben. Im Uebrigen mag hier ausdrücklich hervorgehoben werden, dass durch diese, wie durch weitere kritische Bemerkungen die Goldscheider'schen Arbeiten nicht im geringsten unterschätzt werden sollen, ich fühle mich vielmehr verpflichtet, hier zu betonen, wie viel Anregung und Belehrung ich aus seinen Schriften gewonnen habe.

Nachdem ich mich überzeugt hatte, dass auf den behaarten Hautstellen die Haare, wenn nicht durchweg und ohne Unterschied die einzigen, so doch die hauptsächlichsten Tastorgane sind, verlangte mich, über deren Vertheilung eine bessere Vorstellung zu gewinnen, als dies aus den bis dahin veröffentlichten Untersuchungen möglich ist. Ich fand hierüber in der Litteratur nur spärliche Angaben. Außer einigen älteren von Withoff, dessen Originalarbeit ich nicht erlangen konnte und dessen Befunde, wie sie mir vorliegen, in Bezug auf die Angabe der Stelle, wo sie gesucht wurden, nicht sehr bestimmt sind<sup>1)</sup>, dürfte neben den wenigen Mittheilungen v. Frey's<sup>2)</sup> und einer Bestimmung Exner's für die Kopfhaut<sup>3)</sup> hierüber kaum etwas Genaueres bekannt sein.

Nun hat freilich schon v. Frey darauf hingewiesen<sup>4)</sup>, dass die Haare als Tastorgane weniger über die Stärke, Dauer und Umfang der mechanischen Eindrücke zu unterrichten vermöchten, als über deren Vorhandensein überhaupt, dass sie weniger die Wahrnehmung andauernder Belastungen als vielmehr die flüchtiger Eindrücke vermittelten, Ueberlegungen, die den Verfasser dazu führten, die Leistungen der eigentlichen Tastflächen und die der behaarten Haut in dieser

1) Ich fand die Befunde Withoff's mitgetheilt bei H. Beaunis et A. Bouchard, *Nouveaux éléments d'Anatomie descriptive et d'Embryologie*, 12. éd., p. 973. 1873. Es heißt hier: »Quant à leur nombre, on trouve les chiffres suivants pour un quart de pouce carré: vertex, 293; occiput, 225; partie antérieure du crâne, 211; menton, 39; pubis, 34; avant-bras, 23; dos de la main, 19; face antérieure de la cuisse, 13 (Withoff). Tantôt ils sont isolés, d'autres fois réunis par groupes de 2 à 5.«

2) A. a. O., S. 222.

3) Vgl. a. a. O., in Wiener med. Wochenschr., S. 240.

4) A. a. O., S. 237 f.

Hinsicht mit denen der centralen und peripheren Netzhautstellen zu vergleichen — aber anderseits ist ebenso erwiesen, dass die behaarte Haut die Auffassung räumlicher Verhältnisse und Formen zu vermitteln vermag. Bei dem Widerspruch, der sich zum Theil in diesen Angaben findet, hoffte ich durch ein besseres Verständniss der Haarvertheilung auch für diese Frage Nutzen zu erzielen. Die Versuche wurden mit Herrn stud. med. Fontana zusammen angestellt. Bevor ich aber diese näher beschreibe, will ich einige weitere Erfahrungen von allgemeiner Bedeutung mittheilen, die ich bei diesen Untersuchungen gewann.

Nach v. Frey<sup>1)</sup> liegt der Tastpunkt nahe der Austrittsstelle des Haares, »in der Projection des schiefstehenden Balges auf die Oberfläche«. Dies ist auch nach meinen Beobachtungen durchaus die Regel, aber ich fand ebenso, dass diese Regel nicht mit absoluter Strenge gilt. Bei genauerer Prüfung mittelst einer starken Loupe und bei schräg auffallendem Sonnenlicht oder bei Anwendung eines Auerbrenners mit Schusterkugel konnte ich am Arm nicht gerade sehr selten beobachten, dass der eigentliche, dem Minimum des Reizes entsprechende Tastpunkt sich zuweilen auch rechts oder links von der Austrittsstelle des Haares befinden kann. Vielleicht kräuselt sich das Haar oder verändert seinen Weg in diesen Fällen schon innerhalb der Haut.

In Ausnahmefällen fand ich besonders am Oberarm zuweilen ein Haar, dem kein Tastpunkt entsprach. Ein solches Haar findet sich aber, um es nochmals zu betonen, nur selten. Schlägt man ein gewöhnliches Haar an, so hat man die charakteristische oscillirende Empfindung. Hierbei schwingen einige Haare besser und länger als andere. Je nach der Dauer des Schwingens dauert auch die entsprechende Empfindung kürzere oder längere Zeit an. Schlägt man aber eines der vorerwähnten Haare an, denen kein Tastpunkt entspricht, so bleibt die oscillirende Empfindung aus. Vielleicht ist dies eine der Ursachen, die Blix zu der hervorgehobenen Einschränkung führten.

Auf sehr vielen Hautpartien sieht man zwei Haare gleichzeitig aus der Haut hervorragen, an manchen anderen stehen sie in Gruppen

---

1) Abhdl., S. 222.



zu zwei, drei oder mehr<sup>1)</sup>. Wir sprechen im ersten Falle von Doppelhaaren, im zweiten von Haargruppen. Nach meinen bisherigen Beobachtungen entspricht dem Doppelhaar nur ein einziger Tastpunkt, wenigstens dürfte dies die Regel sein. Den Gruppen aber scheinen immer mehrere Tastpunkte zu entsprechen. Hierauf ist vielleicht die Goldscheider'sche Angabe der Anhäufung von Druckpunkten an den Haaren zurückzuführen. Das Erscheinen der Doppelhaare hängt in vielen Fällen gewiss mit dem Wachsen und Nachwachsen der Haare zusammen. Ob das aber in allen Fällen so ist, sei ebenfalls dahingestellt, es erscheint mir an manchen Stellen, wie am Rücken, fast zweifelhaft. Ich werde auch hierauf in späteren Arbeiten zurückkommen.

In vielen Fällen findet man in unmittelbarer Nähe der Haare Kältepunkte<sup>2)</sup>, so dass die Täuschung entstehen kann, dass beide zusammenfallen. Das ist aber bei genauer Beobachtung nicht der Fall. Stuft man den mechanischen Reiz hinreichend ab und verkleinert ebenso in angemessener Weise die thermische Reizfläche, so überzeugt man sich, dass beide Punktarten ihre durchaus gesonderte Stellung haben. Hierbei zeigt sich weiter, dass auch die Kältepunkte nicht nur als einzeln stehende vorkommen, sondern dass auch sie sich oft zu Gruppen vereinigen. Da ich in einer anderen Mittheilung hierauf zurückkomme, so wird es erlaubt sein, hier die Litteratur dieser Fragen zu übergehen, es liegt mir in diesem Zusammenhange nur daran, die Verhältnisse in ihrer Beziehung zu den Haaren und im allgemeinen anzudeuten, wie ich sie angesichts der noch bestehenden Controversen selbst für richtig halte. Erwähnt sei nur noch, dass, wenn man sich die einzelnen Gruppen der Kältepunkte vereinigt denkt, man zu Bildern gelangt, wie sie Blix<sup>3)</sup> veröffentlicht hat, dass somit die Angaben des letzteren gegenüber denen, die Goldscheider mittheilt, im allgemeinen die richtigeren sein dürften. Bei den Wärmepunkten habe ich solche Gruppenbildungen bisher nicht sehen können. Die Projection der Wärmeorgane auf die Hautfläche ist eine ungleich schwierigere und unsicherere als die der Kaltpunkte. Es gibt Punkte, bei denen man absolut sicher ist, dass man es mit einem Warmpunkt

---

1) Vgl. die S. 282 citirte Stelle aus Beaunis und Bouchard. An Thieren hat auch schon Leydig in der o. cit. Arbeit Haargruppen beschrieben.

2) Vgl. hierzu die Beschreibungen Goldscheider's, Ges. Abhandl., S. 113 f.

3) A. a. O., Taf. II.

zu thun hat, aber daneben trifft man andere, bei denen man hierüber in Zweifel gerathen kann, ja von gewissen Reizstufen an kann man von fast jedem Hautpunkt aus Warmempfindungen hervorrufen. In jedem Falle ist die Anzahl der Warmpunkte ungleich geringer als die der Kaltpunkte. Ich selbst sehe in dieser Thatsache ein Princip der Zweckmäßigkeit, sofern dem Organismus durch Kälte größere Gefahr droht als durch Wärme, denn wenn die letztere in Schmerz übergeht, werden wir von dem gefahrdrohenden Reize durch die in sehr großer Zahl in der Haut vertheilten und oberflächlich liegenden Schmerzorgane benachrichtigt.

Mit der Annäherung der Kältepunkte an die Haare hängt vielleicht das durch Contraction des *M. erector pili* bei Einwirkung von Kälte auftretende Phänomen der Gänsehaut zusammen. Es wäre nicht undenkbar, dass hier Reflexbögen bestehen. Dies ist jedoch nur eine Vermuthung, ich vermag Bestimmteres darüber nicht auszusagen<sup>1)</sup>.

In den Zeichnungen der angehängten Tafel habe ich von dieser Vertheilung einige Proben in natürlicher Größe beigegeben. Hier wurden die Warmpunkte in den Abbildungen der 1. u. 4. Reihe nicht eingezeichnet. Wo sie sich in den Wiedergaben der 2. Reihe nicht finden, ist damit gesagt, dass sie hier nicht gefunden wurden<sup>2)</sup>. Die Kaltpunkte wurden mittelst kleiner Stückchen (ca. 1 cm langer) feinsten Kupferdrahtes, die an das eine Ende eines ca. 8 cm langen Holzstäbchens befestigt und auf schmelzendes Eis gelegt waren, gesucht, die Warmpunkte mit den schon sonst von mir beschriebenen Apparaten. Im Uebrigen s. die Beschreibung der Abbildungen am Ende der Arbeit. Die Tafel bedarf einer weiteren Interpretation nicht.

Auch beim Aufsuchen der Haarpunkte bedienten Herr Fontana und ich uns der Loupe. Die Bestimmung der Haarpunkte wird sehr erleichtert, wenn man die zu untersuchende Hautstelle mittelst eines Wattebäuschchens mit pulverisirtem Ultramarinblau einreibt. Das Pulver haftet dann um die Austrittsstelle des Haares und lässt diese, wie das Haar selbst dunkelblau erscheinen, während der Grund leicht

1) F. Kiesow, Einiges über die Temperaturpunkte der Haut. Arch. it. de Biol. XXXVI, pag. 95, 1901.

2) Vgl. im Uebrigen meine Entgegnung gegen S. Alrutz, Zeitschr. f. Psych. u. Physiol., XX, S. 231 f.

blau gefärbt bleibt. Wir rasirten die Haare nicht ab, sondern schnitten sie uns mit der Scheere kurz, um sie besser beobachten zu können. In dieser Weise wurden die Versuche, wo man sie nicht allein ausführen konnte, gegenseitig von einem am andern vorgenommen. Nachdem die Hautstellen so behandelt waren, wurden die einzelnen Punkte durch die Loupe betrachtet und mittelst einer feinen Zeichenfeder gleichfalls mit rother Anilinfarbe bezeichnet. Hinzugefügt sei noch, dass die Methode des Färbens der Haarpunkte an gewissen Hautstellen in Folge der Dichte und besonders der Feinheit der Haare nicht ausreichte. In diesen Fällen blieb uns nichts übrig, als unter Anwendung möglichst guten natürlichen und künstlichen Lichtes die Punkte einfach zu suchen und zu bezeichnen, so weit dies unter den gegebenen Verhältnissen möglich war. Hier ist es natürlich auch nicht ausgeschlossen, dass ein oder das andere Haar einmal übersehen wurde. In Anbetracht der gezogenen Mittelwerthe und der Sorgfalt, mit der wir arbeiteten, dürften große Fehler jedoch nicht begangen sein und die gefundenen Werthe auch für diese Stellen im allgemeinen der Wahrheit möglichst nahe kommen.

1. Hand. Hier prüften wir zuerst die Dorsalflächen der ersten linken Fingerphalangen. Obwohl man hier Haare einzeln stehend findet, sind sie doch vielfach in Gruppen von 2 und 3 geordnet. Ich füge zunächst das Protocoll bei, das ich an mir selbst aufgenommen habe.

Linker Daumen: Keine Haare.

Linker Zeigefinger: Im Ganzen 29 Haare innerhalb 1 qcm gelegen. Die Fläche liegt in der Mitte mit Annäherung nach dem Daumen hin. Zum Theil in Gruppen von 2 zu 3 stehend, zum Theil allein stehend.

Linker Mittelfinger: Im Ganzen 64 Haare in einem nach dem Daumen zu gelegenen Oval von 2 cm Länge und 1,3 cm Breite, meistens in Gruppen stehend.

Linker Ringfinger: 65 Haare in Gruppen von 2 zu 3, innerhalb eines Ovals von 1,8 cm Länge und 1 cm Breite.

Linker Kleinfinger: 42 Haare in einem nach dem ulnaren Rande zu gelegenen Oval von ca. 1 qcm.

An der ersten Daumenphalange fehlen die Haare wie bei mir, so auch bei manchen anderen, obwohl nicht bei allen Personen. Fontana zählte hier an sich selbst in einer Fläche, die geringer ist,

als 1 qcm, 17 Haare. Was den Umfang unserer Finger betrifft, so sei bemerkt, dass der des Mittelfingers der linken Hand bei einer gleichen Länge von 10,5 cm an der 1. Phalange bei Fontana 6,2 cm, bei mir 6,6 cm beträgt.

Bei Fontana ist die Anzahl der Haare auf den ersten Phalangen größer als bei mir. Auf den Quadratcentimeter reducirt, erhielten wir an uns beiden die folgenden Werthe:

	Kiesow	Fontana
Zeigefinger . . . . .	29	50
Mittelfinger . . . . .	32	54
Ringfinger . . . . .	36	52
Kleiner Finger . . . . .	42	61

Wie man aus der Zusammenstellung ersieht, ist hier eine nicht unverkennbare Zunahme der einzelnen Haare vom Zeigefinger nach dem kleinen Finger hin vorhanden. Im Uebrigen bemerkt man ebenso nicht unbeträchtliche individuelle Abweichungen. Diese werden noch auffälliger, wenn man die Angabe v. Frey's hinzunimmt, der auf der Dorsalseite der 1. Phalange seines linken Mittelfingers (leider die einzige Angabe über die Finger) 79 Haare im Quadratcentimeter zählte<sup>1)</sup>.

Wir haben hierauf die einzelnen Gruppen gezählt, um zu sehen, ob durch diese die Unterschiede mehr ausgeglichen würden. Das Ergebniss war das folgende:

	Kiesow	Fontana
Zeigefinger . . . . .	19	23
Mittelfinger . . . . .	20	21
Ringfinger . . . . .	17	24
Kleiner Finger . . . . .	18	27

Wie man aus dieser Zusammenstellung ersieht, nähern sich auf solche Weise die Werthe thatsächlich einander.

Auf den zweiten Phalangen sind bei manchen Personen wie auch bei mir selbst ebenfalls keine Haare vorhanden, bei anderen sind sie sehr spärlich (Fontana), bei noch anderen in etwas größerer Häufigkeit vorhanden. Ich habe bisher nicht entscheiden können, was hier die Regel ist, doch neige ich zu der Ansicht, dass sie bei den meisten Personen vorhanden sind. An einigen kleinen Affen,

1) Abhdl., S. 222 f.

an denen im Laboratorium Versuche angestellt wurden, konnte ich an den zweiten Phalangen ebenfalls überall das Vorhandensein von Haaren constatiren. Auf den Nagelphalangen aber habe ich weder hier noch an irgend einem Menschen Haare sehen können<sup>1)</sup>.

Linker Handrücken. Hier stehen die Haare bei Fontana in Gruppen, während sie bei mir einzeln stehen. Ich habe hier 3 Reihen von je 3 Flächen von je 1 qcm untersucht, von denen die eine in der Mitte, die zweite auf der Seite des kleinen Fingers und die dritte auf der des Daumens sich befand. Die Einzelwerthe, welche ich an mir zählte, enthält die folgende Tabelle.

Tabelle XV.

Entfernung von der Spitze d. Mittelfingers	Daumenseite	Mitte	Seite d. kl. Fingers
circa 13,5 mm	5	12	24
> 15,5 >	13	10	22
> 17,5 >	13	9	9

Von Frey fand auf dem Handrücken in einer zwischen 3. und 4. Metacarpus gelegenen Fläche von 1 qcm 22 Haare<sup>2)</sup>.

Da sich an dieser Stelle gleichfalls individuelle Unterschiede zwischen uns befanden, so habe ich hier von Fontana die Gruppen zählen lassen. Auf diese Weise ergaben sich pro Quadratcentimeter folgende Werthe:

Tabelle XVI.

Entfernung von der Spitze d. Mittelfingers	Daumenseite	Mitte	Seite des kl. Fingers
circa 13,5 mm	8,5	3,2	7,2
> 17,5 >	12,2	7	11,2

Man ersieht aus diesen beiden Zusammenstellungen wohl zum Theil eine Annäherung der unten stehenden Werthe an die oberen, aber doch nicht durchweg. Da sich so deutlich ausgesprochene indi-

1) Ebenso Aubert und Kammler, a. a. O., S. 164.

2) Abhdl., S. 222.

viduelle Unterschiede bei uns (außer in der Kniegegend und auf dem 7. Halswirbel) im Ganzen nicht wiederholten, so darf diese Thatsache zusammen mit der anderen, dass auf den zweiten Phalangen und dem Daumen bei einigen Personen Haare gefunden werden und bei anderen nicht, wohl dahin gedeutet werden, dass die Haare an der Hand beim Menschen überhaupt im Rückgang begriffen sind. Bemerket sei ferner noch, dass sie bei den einzelnen Personen wie von ungleicher Farbe so auch von ungleicher Länge sind.

Bei den weiteren Versuchen, die sich über die Hauptflächen der Körperhaut erstreckten, musste die Frage entschieden werden, ob bei den Haaren, die zu zweien oder dreien zusammenstehen, die einzelnen Haare oder die Gruppen gezählt werden sollten. Wir haben diese Fragen viel erwogen und auf ihre Lösung viel Mühe verwandt, indem wir die ausgezählten Stellen immer wieder zerstörten und von Neuem durchsuchten. Namentlich hat Herr Fontana hierüber manchen vergeblichen Versuch angestellt. Die einzelnen Haare, welche Gruppen bilden, stehen zum Theil so dicht neben einander, dass es, wie schon hervorgehoben wurde, nicht immer möglich ist, mit absoluter Bestimmtheit zu erfahren, ob den einzelnen Haaren wirklich überall gesonderte Tastpunkte entsprechen oder nicht, obwohl ich dies für wahrscheinlich halte. Außerdem ist auch das Zählen hierbei besonders schwierig. Um so nicht uncontrollirbare Fehlerquellen in die Versuche eingehen zu lassen, haben wir uns schließlich entschlossen, wo Gruppenbildungen vorkommen, diese als einen Haarpunkt zu zählen. Es braucht hiernach weiter kaum erwähnt zu werden, dass, wo zwei Haare aus einem Haarpunkt hervorsahen, diese immer ebenfalls als ein Haar gezählt wurden.

2) Linker Unterarm. Die Haut dieses Gliedes wurde von Herrn Fontana allein untersucht. Die Haare sind auf der Beuge-seite dünn und zart, sie nehmen sowohl nach dem proximalen Ende wie nach dem radialen und medialen Rande hin an Stärke zu und erreichen das Maximum ihrer Länge auf der Dorsalfläche.

Leider ist hier übersehen worden, die einzelnen Quadratcentimeter auszuzählen. Ich gebe in der nachstehenden Tabelle die Durchschnittswerthe pro Quadratcentimeter an, um den Gesamtwert zu erhalten, braucht man demnach jede Zahl nur mit 4 zu multipliciren.

Tabelle XVII.

Entfernung von der Spitze d. Mittelfingers	Umfang	Beugefläche	Radiale Fläche	Dorsale Fläche	Ulnare Fläche
19 cm	16,5 cm	0	15,2	12,3	18
25 »	17,5 »	16,4	18,2	18,3	22
31 »	21,7 »	13,1	16,6	16,2	16,4
35 »	24,3 »	10	15,4	15,6	15,7
41 »	25,3 »	8,2	14,8	12,1	14,2

Bemerkt sei hierzu noch, dass die Haare auch auf dem Unterarm, wenn nicht durchgängig, so doch sehr häufig in Gruppen stehen. Man sieht dies bei den feinen Haaren deutlicher, wenn man die Haut um die Haare leicht mit einer schwachen Lösung von Silbernitrat einreibt. Hierauf sind wir leider erst verfallen, als die hier beschriebenen Versuchsreihen abgeschlossen waren.

Wie auch diese Zusammenstellung erkennen lässt, nimmt die Anzahl der Haare vom Handgelenk nach dem Ellbogengelenk hin im allgemeinen beständig ab. Um über diese Erscheinung wenigstens für eine Armseite eine noch bessere Vorstellung zu gewinnen, hat Herr Fontana hierauf hin die Beugefläche des Vorderarms genau geprüft, indem er hier rechtwinklige Felder von  $2 \times 4$  cm Flächeninhalt, die unmittelbar auf einander folgten, durchsuchte. Das wie mir scheint interessante Ergebniss dieser Prüfungen, durch welches das auf S. 281 ausgesprochene voll bestätigt wird, zeigt die folgende Zusammenstellung, in der ebenfalls nur die Mittelwerthe angegeben sind.

Tabelle XVIII.

Entfernung von der Spitze d. Mittelfingers	Umfang	Arithm. Mittel pro qcm
23,2 cm	16,5—17 cm	15,2
25,2 »	18,2 cm	16,2
27,2 »	19 »	15,8
29,2 »	21 »	15,6
31,2 »	22,5 »	13,3
33,2 »	23,2 »	12,8
35,2 »	23,9 »	10,4
37,2 »	24,6 »	9,5
39,2 »	24,5 »	9
41,2 »	25 »	8,2

3) Linker Oberarm: Hier bestimmte Fontana an sich folgende Mittelwerthe pro Quadratcentimeter.

Tabelle XIX.

Entfernung von der Spitze d. Mittelfingers	Umfang	Beugefläche	Radiale Fläche
48 cm	22 cm	8,9	15,1
55 »	22 »	13,7	Narbe
59 »	25 »	12,2	—

4) Linker Unterschenkel. Hier finden sich die Haare in geringerer Anzahl als am Unterarm, doch sind sie hier länger. Reine Tastpunkte scheinen hier überall in geringer Anzahl vorzukommen. (Vgl. S. 306.) Auf der vorderen und tibialen Fläche sieht man die Haare meistens in Gruppen von 2 und 3 stehen. Oberhalb der Knöchel hören sie, wie schon gesagt wurde, ganz auf. Die von Fontana an sich selbst bestimmten Werthe vertheilen sich auf den Quadratcentimeter, wie die folgende Tabelle zeigt.

Tabelle XX.

Entfernung v. Calcaneus	Umfang	Vordere Fläche	Tibiale Fläche	Hintere Fläche	Peroneale Fläche
11 cm	20,7 cm	—	4,8	—	—
16 »	22 »	5	7,8	—	3,3
22 »	25,5 »	5	11,1	5,8	4,8
29 »	30,8 »	5,6	7,6	—	5,6
35 »	29,8 »	11,1	10,4	—	7,2
40,6 »	30,5 »	6,1	6,2	—	8,2

5) Fußrücken. Hier habe ich selber an Fontana die Haare innerhalb der oben beschriebenen Haarregion gezählt. Die Haare sind hier ziemlich lang und stehen vielfach in Gruppen. Zwischen den einzelnen Haaren finden sich viele reine Tastpunkte. (Vgl. die Tabelle auf S. 280.) Indem ich ca. 10 cm von der großen Zehe entfernt begann, erhielt ich innerhalb 8 einzelner Quadratcentimeter, die zu vierten in 2 Reihen neben einander lagen, folgende Werthe:



Außenseite	Innenseite
15	12
14	9
10	8
6	8

Bei einer Gesamtzahl von 82 würde der Mittelwerth pro Quadratcentimeter somit 10,25 betragen.

6) Brust, entlang der Mittellinie über dem Sternum. Alles Weitere ergeben die nachstehenden Tabellen. Die einzelnen Quadranten der Kreisflächen sind hier wie oben mit den Ziffern 1—4 bezeichnet:

Tabelle XXI.

Kiesow.

Region	Umfang	1	2	3	4	Gesamtzahl	Arith. Mittel pro qcm
Höhe d. 2. Intercostalraums	89 cm	20	17	18	23	78	19,5
» » 4. »	86,5 »	17	15	18	16	66	16,5
» » 5. »	85,8 »	21	22	23	27	93	23,25
Mitte zwischen Proc. xiphoid. und Nabel . . . .	80 »	14	24	18	26	82	20,5

Tabelle XXII.

Fontana.

Region	Umfang	1	2	3	4	Gesamtzahl	Arith. Mittel pro qcm
Höhe d. 2. Intercostalraums	84,5 cm	16	23	17	21	77	19,25
» » 4. »	80 »	20	24	22	21	87	21,75
» » 5. »	77 »	24	25	22	28	99	24,75
Mitte zwischen Proc. xiphoid. und Nabel . . . .	74 »	25	26	22	22	95	23,75

Ein Vergleich der gewonnenen Werthe lässt hier im Ganzen eine gute Uebereinstimmung erkennen. Von weiteren Beobachtungen sei noch hinzugefügt, dass die Haare hier nicht in Gruppen stehen, dass man aber sehr oft zwei aus einer Austrittsstelle hervorkommen sah. Innerhalb der dem 5. Intercostalraum entsprechenden Kreis-

fläche war dies sogar bei der Hälfte aller hier befindlichen Haare der Fall. Ferner sei noch bemerkt, dass die Haare bei mir in der Gegend der Ansatzstelle der 3. Rippe und des 4. Intercostalraums am längsten sind. Sie besitzen hier eine Länge von 2—3 cm. Ob die etwas geringere Anzahl hier (vergl. die obige Tabelle) mit der gewiss durch das Alter bedingten größeren Länge irgendwie zusammenhängt, wage ich nicht zu entscheiden, obwohl die Thatsache auffallend erscheint. Bei Fontana sind die Haare hier nicht länger als auf dem übrigen Theil des Sternums. Es schien mir weiter, dass an dieser Stelle zwischen den Haarfollikeln nur eine verschwindend geringe Anzahl reiner Tastpunkte vorhanden sei. Innerhalb der dem 2. Intercostalraum entsprechenden Kreisfläche, die hieraufhin genauer geprüft wurde, fand sich nur im 4. Quadranten ein einziger reiner Tastpunkt.

An Fontana habe ich die Haare auch längs der mittleren linken Axillarlinie gezählt. Auch hier wurden der Haut die erwähnten Kreise aufgedrückt. Ueber das Resultat orientirt die nachstehende Tabelle:

Tabelle XXIII.

Linke mittlere Axillarlinie.

Region	Umfang	1	2	3	4	Gesammtzahl	Arith. Mittel pro qcm
Höhe d. 4. Intercostalraums	80 cm	18	18	27	25	88	22
» » 5. »	77 »	21	21	19	22	83	20,75
Mitte zwischen Proc. xiphoid. und Nabel . . . .	74 »	15	16	18	16	65	16,25

7) Rücken. Hier wurden entlang der Wirbelsäule stets 3 Kreisflächen untersucht, die vertical zur Längsaxe des Körpers der Haut aufgedrückt waren und unmittelbar an einander stießen. In den nachstehenden Tabellen bezeichnet I die mittlere, II die links vom Beobachter und III die rechts von diesem gelegene. Die Ziffern 1—4 geben hier wie sonst die einzelnen Quadranten an.

Tabelle XXIV.

Kiesow.

Region	Umfang	II				I				III			Gesamtzahl			Arith. Mittel pro qcm		
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	II	I	III	II	I	III
		7. Halswirbel . . . . .	35 cm	10	10	12	15	16	9	12	12	12	12	17	9	47	50	11,75
3. Rückenwirbel <sup>1)</sup> . . . . .	100 »	22	26	23	22	24	26	18	21	20	27	24	28	93	99	23,25	22,25	24,75
Auf der Linie, welche über die Spin. il. ant. sup. hinweggeht . . . . .	82 »	22	15	16	14	16	19	13	13	16	14	12	15	67	61	16,75	15,25	14,25

Tabelle XXV.

Fontana.

Region	Umfang	II				I				III			Gesamtzahl			Arith. Mittel pro qcm		
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	II	I	III	II	I	III
		7. Halswirbel . . . . .	37 cm	24	33	30	34	33	35	28	33	36	29	32	34	121	129	30,25
3. Rückenwirbel <sup>1)</sup> . . . . .	98 »	26	25	18	21	28	29	25	23	24	21	23	22	90	105	22,5	26,25	22,5
Auf der Linie, welche über die Spin. il. ant. sup. hinweggeht . . . . .	75 »	11	17	12	12	16	19	12	15	18	20	18	18	52	62	13	15,5	18,5

1) Die Messung wurde hier bei anliegenden Oberarmen vorgenommen.

Eine Bezeichnung des Gesamtwertes und des Mittelwertes aus je drei der abgesuchten Kreisflächen, demnach für 12 qcm, zeigt die folgende Zusammenstellung.

Tabelle XXVI.

Region	Kiesow		Fontana	
	Gesamtwert	Mittelwert	Gesamtwert	Mittelwert
7. Halswirbel . . . . .	146	12,17	381	31,75
3. Rückenwirbel . . . . .	281	23,42	285	23,75
Auf der Linie, welche über die Spin. il. ant. sup. hinweggeht . . . .	185	15,42	188	15,67

Zu der an mir selbst auf der Haut über dem 7. Halswirbel vorgenommenen Prüfung ist zu bemerken, dass die Anzahl der Haare auf dieser Stelle in Folge eines vor Jahren in der Nähe vorgenommenen operativen Eingriffs vielleicht nicht der Norm entspricht. Ich habe die Werthe dennoch den Tabellen eingefügt, weil ich dies nicht als eine absolut gewisse Thatsache hinzustellen wage und die Befunde außerdem bei einer etwaigen Nachprüfung unter Umständen von Bedeutung sein könnten. An zwei anderen Personen aber, an denen ich die entsprechende Stelle nachprüfte, fanden sich annähernd die gleichen Werthe wie bei Fontana. Hierdurch würde die ausgesprochene Vermuthung sehr an Wahrscheinlichkeit gewinnen. Diese dürfte auch noch durch den weiteren Umstand vermehrt werden, dass die übrigen Werthe eine gute Uebereinstimmung zeigen. Sollte hier demnach für die Gegend des 7. Halswirbels bei mir, wie ich meinerseits in der That glaube, eine Ausnahme vorliegen, so würde sich aus den übrigen Befunden ergeben, dass die Anzahl der Tastpunkte sich längs des Rückens in der Richtung von oben nach unten hin stetig vermindert.

Im Uebrigen sei noch erwähnt, dass ich auch längs des Rückens nicht eigentliche Gruppenbildungen gesehen habe, wohl aber, dass sehr häufig 2 Haare von anscheinend gleicher Länge aus einem Punkte hervorsehen. Ob sich zwischen den Haaren reine Tastpunkte finden, habe ich nicht sicher feststellen können und erscheint mir zweifelhaft.

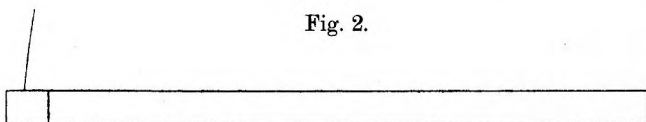
## II. Die Empfindlichkeit der Tastpunkte.

Die Messung der Empfindlichkeit der einzelnen Tastpunkte wurde ebenfalls mittelst der v. Frey'schen Reizhaare angestellt. Bei an mir selbst ausgeführten Messungen suchte ich innerhalb einer umschriebenen Hautfläche 50 unmittelbar neben einander liegende Punkte und bestimmte für jeden einzelnen Punkt denjenigen Reizwerth, der noch eben eine Tastempfindung auszulösen vermochte. Die benutzten Werthe sind somit, um es nochmals zu betonen, Minimalwerthe. Aus der Summe der so erhaltenen Einzelwerthe berechnete ich das arithmetische Mittel, welches letzteren Werth ich als die mittlere Schwelle des Tastpunktes für die betreffenden Hautgebiete ansehe. Zur Abgrenzung der letzteren bediente ich mich meistens der erwähnten Kreisflächen. In Fällen, in denen die Anzahl der Punkte nicht ausreichte, wurden in unmittelbarer Nähe des Kreises neue Punkte gesucht, bis die Zahl vollständig war. Die einzelnen Punkte wurden in der angegebenen Weise markirt, dann mittelst Gelatine- oder Oelpapiers durchgepaust und, um das Wiederfinden und die Controlle zu erleichtern, mit Ziffern bezeichnet. Wo, wie am Handgelenk und an anderen Orten, die Dichte der Punkte eine beträchtliche ist, wurde von dem durchgepausten Bilde eine mehrmalige Vergrößerung hergestellt.

Wo ich die Versuche nicht an mir selbst anstellen konnte, musste mir natürlich sehr daran liegen, eine absolut zuverlässige Versuchsperson zu finden, die durch hinreichende Uebung Fehlangaben zu vermeiden wusste. Da Herr Fontana sich nicht nur hierzu bereit erklärte, sondern mit großer Geduld und Freudigkeit durch lange Versuchsreihen bei mir ausgeharrt hat, so kann ich nicht unterlassen, ihm auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank auszusprechen. Da uns die Zeit etwas drängte, so sind an den meisten Stellen an ihm anstatt 50 nur 30 Punkte auf den Schwellenwerth hin geprüft worden. Es sei weiter bemerkt, dass ich in Anbetracht der Zeit, die er mir schenken konnte, diese Punkte nicht immer durchpauste, sondern auf der Haut je nach den Arbeitstagen mit verschiedenen Anilinfarben bezeichnete. Indem ich mir so von jeder Farbe eine rohe Skizze entwarf, war die Controlle gesichert.

Auf die Methode selbst gehe ich hier nicht weiter ein. Was aber die Anfertigung der Reizhaare betrifft, so glaube ich, hier insofern eine Verbesserung gefunden zu haben, als es mir gelungen ist, die Verkürzung des Haares durch Scheerenschnitte zu vermeiden und den einmal bestimmten Querschnitt constant zu erhalten. Mögen nun die durch Scheerenabschnitte entstehenden Abweichungen auch so gering sein, dass sie in vielen Fällen vernachlässigt werden können, so gibt es doch andere, in denen man sie nicht vernachlässigen möchte. Außerdem aber ist es mir nicht selten begegnet, dass bei der Bestimmung des Gewichtes auf der chemischen Wage auch durch minimale Scheerenschnitte die gesuchte Grenze leicht überschritten wird und so das Haar für den gewünschten Zweck nicht mehr brauchbar ist. Diese Unbequemlichkeit wird vermieden, wenn man, wie die

Fig. 2.



nebenstehende Figur 2 zeigt, an eines der Enden des Hölzchens ein kurzes Kork- oder Gummistückchen klebt, durch welches mit einer feinen Nadel ein Loch gebohrt ist. Zieht man das Haar, dessen Durchmesser unter dem Mikroskop vorher gemessen ist, durch dieses angeklebte Stückchen, so lässt sich an diesem durch geringes Auf- oder Abwärtsziehen mit einer feinen Pinzette mit großer Exactheit die Kraftbestimmung vornehmen. Ist diese vollendet, so kann man das Haar am oberen Ende leicht befestigen. Mir gelingt dies leicht, indem ich es oben umbiege. Für andere Bestimmungen, die hier nicht in Betracht kommen, habe ich die Haare, namentlich stärkere, auch ohne sie zu befestigen, benutzen können.

Die in den nachfolgenden Angaben in Betracht kommenden Reizgrößen sind 0,3 g/mm, 0,4 g/mm, 0,5 g/mm, 0,75 g/mm, 1 g/mm, 1,5, 2,0, 2,5 g/mm und so in halben Stufen fort bis zu den höchsten Reizwerthen, die sich als nothwendig erwiesen.

1) Beugeseite des linken Unterarms. Haarloser Bezirk unmittelbar am Handgelenk.

Hier habe ich in der angegebenen Weise an mir selber im Ganzen zunächst 6 mal 50 Punkte gemessen und die einzelnen Mittelwerthe berechnet. Diese sind

1,24 g/mm
1,10 »
1,08 »
1,02 »
1,21 »
1,07 »

Das Mittel für die vorstehenden Werthe würde demnach = 1,12 g/mm sein, wobei die einzelnen Mittelwerthe zwischen 1,02 und 1,24 g/mm schwanken.

Dieses Ergebniss stimmt gut mit der Angabe v. Frey's überein, der als mittlere Schwelle für 303 Punkte, die er an der gleichen Stelle gemessen, den Werth von 1,28 g/mm fand<sup>1)</sup>, obwohl diese Region im Ganzen bei mir von etwas größerer Empfindlichkeit zu sein scheint. Dies kann von einer ungleichen Dicke der Epidermis herrühren, es können die Abweichungen nach unten aber auch dadurch verursacht sein, dass v. Frey mit ganzen Reizstufen bis zu 4 g/mm arbeitete und nicht unter 0,5 g/mm herabging. Ein Punkt von 4 g/mm Schwelle, der bei v. Frey viermal vorkam, fand sich an dieser Stelle bei mir nicht. Wie dem auch sein möge, so besteht zwischen unseren Ergebnissen auch insofern eine erfreuliche Uebereinstimmung, als die Anzahl der Einzelwerthe bei uns ebenfalls annähernd die gleiche ist, wenn die von mir benutzten Reizstufen auf die seinigen reducirt werden. Aus der folgenden Zusammenstellung wird dies ersichtlich. Ich benutze hierzu die ersten der untersuchten 50 Punkte, welche nach der obigen Tabelle einen mittleren Schwellenwerth von 1,24 g/mm besitzen.

	Schwellen in g/mm	Procentsatz der einzelnen Punkte
v. Frey:	0,5	13
	1	60
	2	22
	3	3,5
	4	1,5
		<hr/> 100

1) A. a. O., S. 235.

	Schwellen in g/mm.	Procentsatz der einzelnen Punkte
Kiesow:	0,3 } 0,5	2 } 8
	0,5 } 0,5	6 } 8
	0,75 } 1	14 } 60
	1 } 1	46 } 60
	1,5 } 2	8 } 24
	2 } 2	16 } 24
	2,5	8 } 8
		<u>100</u>

Bringt man meine Werthe auf die v. Frey'schen etwa wie die nebenstehenden Zahlen zeigen, so dürfte die Uebereinstimmung kaum etwas zu wünschen übrig lassen. Die größte Anzahl der Punkte hat demnach, wie auch meine übrigen Protocolle zeigen, eine Schwelle von 0,75 und 1 g/mm, es folgen darauf die, welche auf 1,5 und 2 g/mm antworten, während die äußersten Grenzwerte nur in geringer Zahl gefunden werden. In der obigen Zusammenstellung fehlt bei mir sogar der Werth von 3 g/mm. Dieser kam im Uebrigen dreimal vor, der von 3,5 g/mm einmal.

2) Mitte der Beugefläche des linken Unterarms. Hier fand sich innerhalb des Ringes I (S. 273) für 50 Punkte ein mittlerer Schwellenwerth von 1,3 g/mm, innerhalb des Ringes III ein solcher von 1,18 g/mm. Beide Werthe zusammen ergeben ein Mittel von 1,24 g/mm. Die Einzelheiten zeigen die folgenden Zusammenstellungen:

	Schwellen in g/mm	Procent
I.	0,5	0
	0,75	12
	1	58
	1,5	6
	2	14
	2,5	6
	3	4
	<u>100</u>	
III.	0,5	4
	0,75	10
	1	62
	1,5	8
	2	16
	<u>100</u>	

Auch hier sind die Schwellenwerthe von 1 g/mm in der größeren Anzahl vertreten.



3) Oberer Theil der Beugeseite des Vorderarms. Die untersuchte Stelle entspricht dem auf S. 275 beschriebenen Ring I und der unmittelbar um diesen gelegenen Hautpartie, die Stelle liegt ca. 2,5 cm von der Ellenbeuge und ca. 21,5 cm vom Handgelenk entfernt.

Als mittlere Schwelle für 50 Punkte wurde hier der Werth von 1,42 g/mm gefunden. Die Vertheilung der Schwellenwerthe auf die einzelnen Tastpunkte zeigt die folgende Uebersicht:

Schwellen in g/mm	Procent
0,5	0
0,75	2
1	48
1,5	28
2	16
2,5	4
3	0
4	2
	<hr/> 100

Auch hier zeigt die Mehrzahl der Punkte einen Schwellenwerth von 1 g/mm, daneben häufen sich aber die Werthe von 1,5 g/mm mehr als früher. Ein Vergleich dieser Schwellenwerthe mit den am Handgelenk gefundenen lässt somit eine geringe Abnahme der Empfindlichkeit erkennen.

4) Ellenbeuge. Die untersuchten Punkte entsprechen den 46 innerhalb des Ringes I (S. 276), zu welchen in unmittelbarster Nähe vier weitere hinzugesucht wurden. Die mittlere Schwelle ist hier gleich 1,33 g/mm, die Vertheilung ergibt sich aus der nachstehenden Tabelle:

Schwellen in g/mm	Procent
0,4	2
0,5	2
0,75	2
1	56
1,5	12
2	20
2,5	4
3	2
	<hr/> 100

5) Mitte der Beugefläche des Oberarms. Es wurden hier die 37 Punkte des Ringes I (S. 277) nebst weiteren in unmittelbarer Nähe

gelegenen Punkten geprüft. Mittlerer Schwellenwerth = 1,44 g/mm.  
Die Vertheilung war die folgende:

Schwellen in g/mm	Procent
0,5	4
0,75	10
1	42
1,5	10
2	24
2,5	6
3	2
4	2
	<hr/> 100

6) Dorsalseite des linken Unterarms, Proc. styloid. ulnae.  
(Vergl. S. 278). Mittlerer Schwellenwerth = 1,42 g/mm. Die  
Vertheilung zeigt die folgende Uebersicht:

Schwellen in g/mm	Procent
0,4	2
0,5	8
0,75	14
1	28
1,5	18
2	14
2,5	10
3	4
3,5	2
	<hr/> 100

7) Mitte der Dorsalfläche des linken Unterarms, unmittel-  
bar am Handgelenk.

Mittlere Schwelle für 50 Punkte: 1,2 g/mm. Vertheilung:

Schwellen in g/mm	Procent
0,3	2
0,4	4
0,5	6
0,75	12
1	36
1,5	8
2	14
2,5	6
3	2
3,5	2
	<hr/> 100

8) Radiale Fläche des linken Unterarms unmittelbar am Handgelenk. Die hier untersuchte Stelle entspricht dem auf S. 279 beschriebenen Ringe. Von diesen 103 Punkten wurden zunächst die in den Quadranten 1 und 2 und sodann 50 in den Quadranten 3 und 4 gelegene Punkte untersucht. Schließlich habe ich noch die 3 letzten Punkte geprüft und das Mittel aus sämtlichen 103 Punkten bezeichnet.

Im ersten Falle fand sich ein Schwellenwerth von . 1,40 g/mm,  
 » zweiten » ein solcher von . . . . . 1,47 »  
 » dritten » also für 103 Punkte ein solcher von . 1,44 »

Die Vertheilung für die beiden ersten Reihen zusammen, also für 100 Punkte ist die folgende:

Schwellen in g/mm	Punkte
0,5	6
0,75	10
1	35
1,5	15
2	24
2,5	7
3	2
3,5	1
	<hr/> 100

9) Vorderfläche des linken Oberschenkels. Für 50 innerhalb des Ringes I (S. 279) gelegene Punkte ergab sich ein mittlerer Schwellenwerth von 1,38 g/mm, bei Berücksichtigung aller 54 Punkte dieser Kreisfläche ein solcher von 1,35 g/mm. Vertheilung auf 50 Punkte in Procentsätzen:

Schwellen in g/mm	Procent
0,5	4
0,75	10
1	42
1,5	18
2	22
3,5	4
3	2

10) Mitte der linken Kniescheibe. Für die hier bestimmte Schwelle kann ich nicht die gleiche Exactheit garantiren, erstens weil

bei der Biegung die Haut gespannt wird und dadurch die Schwellenwerthe vielleicht in die Höhe getrieben sein könnten<sup>1)</sup>, sodann aber, weil in Folge eines Defectes mein Knie nicht ganz normal ist. Immerhin mögen die Werthe hier eingefügt werden, weil sie bei Controllversuchen vielleicht von Nutzen sein können.

Mittlerer Schwellenwerth = 1,93 g/mm. Vertheilung:

Schwellen in g/mm	Procent
0,5	0
0,75	4
1	18
1,5	30
2	18
2,5	10
3	12
3,5	4
4	4
	<hr/> 100

11) Die weiteren Messungen wurden, wie schon erwähnt, vornehmlich an Herrn Fontana vorgenommen. Soweit ich sie bisher zu Ende führen konnte, betreffen sie Theile des Unterschenkels, des Fußrückens, der Brust und des Rückens.

Bei Messungen, die ich früher im Hospital an einem intelligenten gesunden 18jährigen Bauernsohne anstellte, der wegen eines unglücklich geheilten Armbruchs dort aufgenommen war und sich einer neuen Operation unterwerfen musste, war mir aufgefallen, dass die Schwellenwerthe, die man auf der Mitte der Vorderfläche des Unterschenkels erhält, wohl im Ganzen innerhalb der Grenzen fielen, die ich an mir selbst hatte feststellen können, oder dass wenigstens die obere Grenze nicht erheblich überschritten wurde, dass aber die Maximalzahl der einzelnen Werthe nicht der sonst gefundenen entsprach, sondern dass man hier durchweg eine größere Anzahl höherer Werthe erhielt. Die Versuche wurden vor der Operation angestellt, zu einer Zeit also, als sich die Versuchsperson völlig kräftig und gesund fühlte. Da ich die erhaltenen Werthe viel controlliren musste, so konnte ich nur langsam vorwärts kommen und habe demnach hier nur für 25 Haarpunkte die Schwellenwerthe bestimmen können. Die Versuchsperson lag hierbei auf einem Fahrbett bequem ausgestreckt.

1) v. Frey, Bericht vom 3. Dec. 1894, S. 286.

Ich erhielt aus diesen Prüfungen Resultate, die sich auf die einzelnen Punkte folgendermaßen vertheilten:

Schwellen in g/mm	Absolute Zahl	Procent
0,5	0	0
0,75	3	12
1	1	4
1,5	2	8
2	6	24
2,5	1	4
3	3	12
3,5	2	8
4	6	24
5	1	4
	<u>25</u>	

Die mittlere Schwelle des Tastpunktes würde auf dieser Hautstelle somit **2,63 g/mm** betragen. Selbst wenn man zugibt, dass dieser Werth sich mehr dem nähert, den ich auf meinem linken Knie erhielt, so weichen doch die Einzelwerthe in ihrer Vertheilung hier und dort erheblich von einander ab. Und auch wenn man weiter zugeben muss, dass die Versuchsperson vielleicht nicht den Grad der Uebung in der Schätzung erreicht haben konnte, den die Versuche voraussetzen, so ist das Ueberwiegen der höheren Werthe immer noch auffallend genug.

Ich habe darauf die gleiche Hautfläche an Herrn Fontana mit der peinlichsten Genauigkeit nachgeprüft. Soweit bei ihm Uebung und Sorgfalt in der Beobachtung in Betracht kamen, konnte ich sicher sein, dass keine Fehlangaben in die Tabellen eingingen. Auch er lag bei diesen Versuchen lang ausgestreckt auf einem gepolsterten Fahrstuhl. Ich prüfte an ihm 50 Haarpunkte dieser Hautstelle und erhielt Angaben, die sich wie folgt auf die einzelnen Punkte vertheilten. Ich gebe auch diese wie oben in Procentsätzen, da die absolute Zahl sich von selbst ergibt.

Schwellen in g/mm	Procent
0,5	0
0,75	2
1	20
1,5	4
2	34
2,5	10
3	24
3,5	4
5	2
	<u>100</u>

Als mittlere Schwelle des Tastpunktes ergibt sich hieraus der Werth von 2,16 g/mm.

Sind auch dieser wie die Einzelwerthe in Folge größerer Uebung in der Beobachtung geringer und ist namentlich die Vertheilung sicherlich eine exactere, so sieht man doch auch hier deutlich ein Ueberwiegen der höheren Werthe mit Ueberschreitung der beiden Grenzwerte.

Um eine weitere Controlle für die Zuverlässigkeit der vorstehenden Angaben zu gewinnen, habe ich an Herrn Fontana die Tastempfindlichkeit der Wadenhaut gemessen. Hier hat schon v. Frey einen zweiten Versuch angestellt, indem er für 73 Punkte die Schwelle bestimmte. Er erhielt einen mittleren Schwellenwerth von 1,44 g/mm<sup>1)</sup>. Je nach dem Ausfall dieser Prüfung konnte ich mit mehr oder weniger Recht auf die Zuverlässigkeit der vorstehenden Angaben und aller folgenden zählen.

Ich prüfte hier 30 Punkte und erhielt Angaben, die sich folgendermaßen vertheilten:

Schwellen in g/mm	Absolute Zahl	Procent
0,4	1	3,3
0,75	4	13,3
1	12	40
1,5	1	3,3
2	9	30
2,5	1	3,3
3	2	6,7
	<u>30</u>	

Hier ergibt sich ein Mittelwerth von 1,45 g/mm, ein Resultat, das mit demjenigen v. Frey's in der auffallendsten Weise übereinstimmt. Wir sehen hier ferner nicht mehr das Ueberwiegen der höheren Werthe, wie auch kein Ueberschreiten des oberen Grenzwertes. Dass auch in der Vertheilung der einzelnen Punkte zwischen meinen und v. Frey's Ergebnissen eine gute Uebereinstimmung besteht, bezeugt die folgende Tabelle, die ich seiner Darstellung entnehme<sup>2)</sup>.

1) A. a. O., S. 233.

2) A. a. O., S. 232.

Schwellen	Haare	Haarlose Druckpunkte	Summe	Procent
0,5	8		8	11
1,0	39	2	41	56
2	14	1	15	21
3	6		6	8
4	3		3	4
	<u>70</u>		<u>73</u>	<u>100</u>

12) Fußrücken. Hier wurden an Herrn Fontana 30 Haarpunkte gemessen. Es ergab sich ein mittlerer Schwellenwerth von 1,27 g/mm. Die Vertheilung war die folgende:

Schwellen in g/mm	Absolute Zahl	Procent
0,4	1	3,3
0,75	3	10
1	16	53,3
1,5	3	10
2	5	16,7
2,5	2	6,7
	<u>30</u>	<u>100</u>

Auch hier ist die Vertheilung, wie wir sie oben fanden.

13) Brust. Mittellinie, in der Höhe des 4. Intercostalraumes. Gemessen wurden ebenfalls 30 Punkte.

Mittlere Schwelle der Tastpunkte: 2,7 g. Vertheilung:

Schwellen in g/mm	Absolute Zahl	Procent
0,5	0	0
1	1	3,3
1,5	2	6,7
2	3	10
2,5	8	26,7
3	11	36,7
3,5	4	13,3
4	1	3,3
	<u>30</u>	<u>100</u>

Bei einer sichtlichen Zunahme der höheren Werthe liegen die Einzelwerthe hier dennoch innerhalb der bekannten Grenzen.

14) Rücken. Mittellinie in der Höhe des 3. Rückenwirbels. Auch hier konnten nur 30 Haarpunkte gemessen werden. Die Versuchsperson saß bei diesen Prüfungen aufrecht auf einem Stuhl, die Beine über den Sitz geschlagen und das Gesicht der Stuhllehne zugewandt. Die hier gefundenen Werthe weichen aber von allen bisher gewonnenen nicht nur darin ab, dass hier nicht einmal

die untere Grenze, ja nicht einmal der Werth von 1 g/mm erreicht ward, sondern dass auch die obere ganz beträchtlich überschritten ward. Wie die einzelnen Werthe hier größer sind, so ist ebenso der Mittelwerth bedeutend höher als an allen bisher untersuchten Stellen. Letzterer beträgt für diese Hautstelle 4,3 g/mm. Die Vertheilung der Werthe auf die einzelnen Punkte war die folgende:

Schwellen in g/mm	Absolute Zahl	Procent
1	0	0
2	1	3,3
3	6	20
3,5	1	3,3
4	11	36,7
4,5	1	3,3
5	3	10
5,5	3	10
6	2	6,7
6,5	1	3,3
7	1	3,3
	<u>30</u>	

Zusammenstellung: Tabelle XXVII.

Hautstelle	Dichte der Tastpunkte pro qcm	Mittlere Schwelle der Tastpunkte in g/mm	Häufigster Werth in g/mm	Minimalwerth in g/mm	Maximalwerth in g/mm
Handgelenk, Beugefläche . . . . .	28,53	1,12	1	0,3	2,5
> Dorsalfläche (Mitte) . . . . .	28	1,2	1	0,3	3,5
> Proc. styl. ulnae . . . . .	20,5	1,42	1	0,4	3,5
> radiale Fläche . . . . .	25,75	1,44	1	0,5	3,5
Unterarm, Mitte der Beugefläche . . . . .	16,08	1,24	1	0,5	3
> ob. Theil d. . . . .	9,33	1,42	1	0,75	4
Ellenbeuge . . . . .	12,16	1,33	1	0,4	3
Oberarm, Mitte der Beugefläche . . . . .	9,33 10,19	1,44	1	0,4	3
Fußbrücken . . . . .	23,75	1,27	1	0,4	2,5
Unterschenkel, Mitte der Vorderfläche . . . . .	5—5,6	2,16	2	0,75	5
> Wade . . . . .	5,8	1,45	1	0,4	3
Kniescheibe, Mitte . . . . .		1,93	1,5	0,5	4
Oberschenkel, Vorderfläche über dem Knie . . . . .	14,38	1,35	1	0,5	3
Brust . . . . .	21,75	2,7	3	1	4
Rücken . . . . .	26,25	4,3	4	2	7



Weitere Mittheilungen seien dem erwähnten Nachtrage vorbehalten. Soweit die aus diesen Versuchen resultirenden Bestimmungen eine Schlussfolgerung zulassen, scheint mir die Annahme berechtigt, dass für die Messung der Empfindlichkeit der einzelnen Hautstellen neben der Dichte der Punkte die mittlere Schwelle der Tastpunkte und neben dieser die Häufigkeits- wie die kleinsten und größten Werthe in Betracht zu ziehen sind. In der vorstehenden Tabelle sind alle diese Größen für einige Hautflächen nach den an uns beiden angestellten Versuchen übersichtlich zusammengestellt, nur die Schwankungen der Dichte im Quadratcentimeter habe ich hier unberücksichtigt gelassen.

Vergleicht man diese Werthe untereinander, so ergibt sich, dass mit einer gewissen Zunahme der mittleren Schwelle der Tastpunkte (Kniescheibe) auch die Häufigkeitswerthe stetig wachsen und ebenso sieht man, dass auch die Minimal- und Maximalwerthe hierzu in einem gewissen Verhältniss stehen. Die Grenzen, innerhalb welcher die einzelnen Schwellenwerthe, wie die mittlere Schwelle der Tastpunkte fallen, müssen also nach diesen Versuchen weiter hinausgeschoben werden, als dies von v. Frey und mir selber bisher geschehen ist.

Vergleicht man die mitgetheilten Ergebnisse weiter mit den Resultaten, zu welchen E. H. Weber<sup>1)</sup> bei seinen Versuchen über die Feinheit des Ortssinnes gelangt, so zeigt sich hier im allgemeinen bereits zum Theil eine merkwürdige Uebereinstimmung. So schreibt Weber über die Feinheit am Arm: »Die Haut am Oberarm ist also im allgemeinen etwas unempfindlicher als die Haut am Unterarme, und diese ist wieder unempfindlicher als die der Hand. Aber die Empfindlichkeit vermindert sich von der Hand bis zur Schulter nicht gleichmäßig, sondern am Handgelenk und Ellenbogengelenk ist sie etwas größer als an den dazwischen gelegenen Theilen« (vgl. S. 281). Ebenso fand er auf dem Brustbein und am Rückgrat die höchsten, auf der Zungenspitze wie ich selbst<sup>2)</sup> die niedrigsten Werthe. Anderes aber wage ich hierüber auf Grund des Vorstehenden noch nicht zu behaupten und behalte weitere Schlussfolgerungen meinen nächsten Mittheilungen vor.

1) E. H. Weber, Tastsinn u. Gemeingefühl. Separatabdr. S. 77. Braunsch. 1851.

2) F. Kiesow, Zur Psychophysiol. d. Mundhöhle. Diese Ztschr. XIV, S. 568 f.

### Erklärung der Tafel I.

Die schwarzen Punkte sind Haarpunkte, die grünen Kalt- und die rothen Wärmepunkte. Die Umrandung der einzelnen Flächen entspricht genau der Form, die sie infolge der Verschiebung der Haut beim Durchpausen annahmen. Alle Zeichnungen sind in natürlicher Größe wiedergegeben.

1. Reihe: Dorsalfäche des linken Unterarms am Handgelenk, radiale Hälfte. Links Kaltpunkte, rechts Haar- und Kaltpunkte. Die Wärmepunkte sind nicht eingetragen.
  2. Reihe: Dorsalfäche des linken Unterarms. Die einzelnen Flächen folgen längs der Mittellinie in Abständen von ca. 4 cm aufeinander. Links proximale, rechts distale Fläche. Letztere ca. 4 cm vom proximalen Rande der vorerwähnten entfernt. Innerhalb der 4 Flächen war mit Sicherheit nur ein einziger Wärmepunkt nachweisbar.
  3. Reihe: Mitte der Beugefläche des linken Unterarms. Mittellinie. Die Zeichnung enthält nur Kalt- und die auffindbaren Wärmepunkte.
  4. Reihe: Untere Hälfte der Beugefläche des rechten Oberarms. Die Zeichnung enthält nur Kalt- und Haarpunkte.
-

