

Während Salz destilliertes Wasser in Süß überführt, führt Süß dasselbe im allgemeinen in die eigene Qualität über, d. h. Zucker an einem Zungenrande läßt Wasser am anderen Rande ebenfalls süß erscheinen, zum Teil auch salzig und bittersalzig.

In ähnlicher Weise, wie Süß und Salzig, kontrastieren Salzig und Sauer, Süß und Sauer, letztere nur bei successiver Applikation auf der gleichen Schmeckfläche, die beiden ersten Paare außerdem auch bei simultaner Reizung homologer Zungenteile.

Innerhalb der Reihen Süß-Bitter, Sauer-Bitter konnte kein konträres Verhältnis nachgewiesen werden, doch kommen vielleicht individuell begrenzte Kontraste vor.

W. NAGEL (Freiburg).

M. VON FREY. Beiträge zur Physiologie des Schmerzsinnnes. *Ber. d. math.-phys. Klasse d. Sächs. Ges. d. Wiss. z. Leipzig.* Sitzung vom 2. Juli 1894. (S. 185—196.)

— — Zweite Mitteilung. Sitzung vom 3. Dezember 1894. (S. 283—296.)

WILLIBALD A. NAGEL. Die Sensibilität der Conjunctiva und Cornea des menschlichen Auges. *Pflügers Arch.* Bd. 59. S. 563—595. (1895.)

— **Zur Prüfung des Drucksinnnes.** *Pflügers Arch.* Bd. 59. S. 595—603. (1895.)

M. VON FREY. Beiträge zur Sinnesphysiologie der Haut. Dritte Mitteilung. *Ber. d. math.-phys. Klasse d. Sächs. Ges. d. Wiss. z. Leipzig.* Sitzung vom 4. März 1895. (S. 166—184.)

VON FREY geht aus von der Erfahrung, daß leichte Einwirkungen auf die Haut als Druck und Berührung, stärkere dagegen als Schmerz empfunden werden. Eine nähere Erwägung führt ihn zu der Annahme, daß die Verschiedenheit dieser Empfindungen nicht auf Intensitätsunterschiede im Erregungszustande eines und desselben nervösen Apparates zurückgeführt werden könne, sondern daß dieselbe nach den Forderungen der Lehre von der spezifischen Energie der Sinnesorgane an besondere Endapparate getrennter Nervenstämmen gebunden sein müsse und daß wir daher auch in dieser Beziehung spezifisch verschiedene „Sinnespunkte“ der Körperoberfläche zu unterscheiden hätten. Für die Zugehörigkeit dieser Hautpunkte zu verschiedenen nervösen Systemen einen exakten Beweis zu liefern, ist vorzugsweise die Aufgabe der erstgenannten von FREYSchen Berichte. Verfasser glaubt, diesen Nachweis einmal aus den Ergebnissen von Schwellbestimmungen, sodann aber auch aus Qualitätsunterschieden, die sich in dem Charakter der durch die betreffenden Sinnespunkte vermittelten Empfindungen aufweisen lassen, erbringen zu können. Dementsprechend suchte von FREY ein Versuchungsverfahren auszubilden, welches bei der Möglichkeit, die Intensität der verwandten Reize leicht zu variieren, den letzteren zugleich immer nur eine sehr geringe Angriffsfläche darbieten durfte. Um diese Bedingungen allseitig erfüllen zu können, wurde als Reizmittel eine Serie verschieden starker Haare benutzt, von denen jedes bei einer Länge von 20—40 cm an das eine Ende je eines 8 cm langen, bei den Versuchen als Handhabe dienenden Holzstäbchens senkrecht zu dessen Achse aufgeklebt war.

Die Einwirkung eines solchen Haares auf die Haut läßt sich, wie

Verfasser zeigt, über einen gewissen Maximalwert nicht hinauftreiben, weil das ursprünglich senkrecht zur Haut aufgesetzte Haar sich zunehmend krümmt und schliesslich abgleitet. Ebenso ist bei Prüfung auf der Wage die Wirkung eines solchen Haares nach oben begrenzt durch das Gewicht, welches es eben noch zu heben vermag. Diese Maximalleistung eines gegebenen Haares nennt Verfasser seine „Kraft“; durch Division mit der mikroskopisch gemessenen Querschnittsfläche erhält er den „Druck“ des Haares oder die auf die Querschnittseinheit wirkende Kraft. Für die schwächsten Drucke wurden Kokonfäden, sowie Kinder- und Frauenhaare, für die stärksten Barthaare und Schweinsborsten benutzt. Die in Frage kommenden Gewichte bewegten sich von 1–2 Dekagramm bis herab zu 1 mg und Bruchteilen eines solchen. Für grössere Belastungen genügte eine Tafelwage, für geringere mußte die chemische Wage benutzt werden. Wiederholte Prüfungen desselben Haares ergaben nur um wenige Prozente schwankende Werte, „wodurch bewiesen ist, daß seine Stellung des Haares, in welcher es am besten geeignet ist, den Druck der Hand auf die Unterlage zu übertragen, ohne Schwierigkeit zu finden und festzuhalten ist“. Die in den Versuchen in Betracht kommenden Drucke bewegten sich zwischen den Werten 0,3 und 300 g/mm².

Nach Besprechung der im Vorstehenden kurz wiedergegebenen Versuchsanordnung gliedert Verfasser den in der ersten Mitteilung dargebotenen Stoff nach Versuchen mit minimalen und mit überminimalen Reizen. Als den minimalsten Druckwert, der überhaupt empfunden wurde, konnte Verfasser denjenigen von 0,3 g/mm² bestimmen. Es gilt für denselben jedoch die Einschränkung, daß derselbe nur an einzelnen Punkten der Cornea und auch dann nur als „eine ganz leichte Empfindung“ wahrgenommen wurde. Für alle anderen Teile der Körperoberfläche lag derselbe unterhalb der Reizschwelle, solange die Berührung von Haaren vermieden wurde. Verfasser legt auf diesen letzten Umstand besonderes Gewicht. Da die Behaarung den empfindlichsten Tastapparat des Körpers repräsentiert, so nimmt auch der in Rede stehende Druckwert wieder den Charakter eines übermerklichen Schwellenwertes an, sobald man mit demselben ein Körperhaar berührt. An haarfreien Stellen haben nach der beigegebenen Tabelle die Conjunctiva bulbi, ferner Zunge, Nase und Lippen nächst der Cornea die geringsten, die Lendengegend, die Glans penis und die Fußsohle dagegen die höchsten Schwellenwerte. Erstere wurden bei 2–2,5, letztere bei 48, 114 und 250 g/mm² gefunden. Für diese Unterschiede in den gefundenen Schwellenwerten der einzelnen Körperteile macht Verfasser neben der ungleichen Dicke der Epidermis die Verschiedenheit in der Verteilung und Ausbreitung der Nerven geltend. Mit Bezug auf den letzterwähnten Punkt führt Verfasser aus, daß trotz der geringen Querschnittsfläche seiner Reizhaare ($\frac{1}{500}$ – $\frac{1}{16}$ mm²), deren Durchmesser also in jedem Falle weit hinter dem eines WEBERSchen Tastkreises zurückbleibt, eine Summation durch Reizung benachbarter Nervenenden dennoch nicht ausgeschlossen sei. „Man wird nach der anatomischen Kenntnis von der Verteilung der Nerven in der Haut annehmen müssen, daß zu einer Hautstelle, welche

für die Lokalisation eine Einheit darstellt, mehr als eine Nervenfibrille gehört. Mag es dann auch für die Ortsbestimmung gleichgültig sein, ob eine größere oder geringere Zahl dieser Fibrillen getroffen wird, so braucht doch dasselbe nicht für die Intensität der resultierenden Empfindung zu gelten. Läßt man die Vorstellung zu, daß die Reizung einer Anzahl derartiger Nervenfibrillen zwar nicht mehr isoliert empfunden, wohl aber summiert wird, so wäre die niedrige Reizschwelle nervenreicher Bezirke verständlich.“ Umgekehrt bleibt die Reizung mit übermerklichen Werten nach Verfasser nicht unter allen Umständen auf einen Tastkreis im WEBERSchen Sinne beschränkt. Von zwei Haaren von fast gleichem Druck (26 und 28 g/mm²), deren Widerstände und Querschnittsflächen jedoch verschieden waren (90 und 440 mg Widerstand bei bezw. 34 und 163 mm² · 10⁻⁴ Querschnittsfläche) wurde das steifere Haar auf dem roten Lippensaum stärker empfunden. Eine genauere Beobachtung ergab, daß beide Reizhaare auf der Schleimhaut eine Einstülpung bewirkten, von denen aber die durch das steifere Haar verursachte den doppelten Durchmesser von derjenigen besaß, die das schwächere erzeugte, eine Entfernung, in der zwei Zirkelspitzen auf dieser Hautstelle bereits als getrennte Eindrücke wahrgenommen werden. „Es kommt somit neben dem Druck eines Reizhaares seine wirkende Fläche für den Erfolg in Betracht in einem Umfange, welcher von der Beschaffenheit der gereizten Hautstelle abhängig ist.“ Die Schnelligkeit, in der man ein Reizhaar auf eine Hautstelle aufsetzt, ist nach den vom Verfasser gewonnenen Erfahrungen für den Erfolg des Versuches ohne Bedeutung.

Die Versuche mit überminimalen Reizen wurden auf der Haut und am Auge ausgeführt.

Nachdem Verfasser zunächst die schon früher gemachte Beobachtung, daß auf kleinstem Raume einer Hautfläche neben erregbaren Punkten auch nichterregbare sich befänden, durchaus bestätigt gefunden, gelangte er bei der Weiterführung seiner Versuche zu dem Ergebnisse, daß auch unter den ersteren zwei qualitativ verschiedene Arten zu unterscheiden seien, von denen die einen als Druck-, die anderen als Schmerzpunkte von ihm bezeichnet werden. Beide Arten von Punkten unterscheiden sich außer der ihnen spezifischen Empfindung, wie bereits eingangs erwähnt, durch die Höhe der Reizschwelle, bei welcher sie erregt werden. Reagierten die Druckpunkte (Verfasser beschreibt die Untersuchung eines Hautstückes seiner eigenen Wade von 1 qcm, auf welcher er 15 Druckpunkte bestimmen konnte) bei Drucken, die zwischen 3—33 g/mm² lagen, so bedurfte es für die Erregung der Schmerzpunkte gewöhnlich eines Reizwertes von über 200 g/mm², nur in einzelnen Fällen konnte dieser bei 100 g/mm² bestimmt werden. Die Druckpunkte liegen nach Verfasser „sämtlich in unmittelbarer Nähe der Haarbälge.“ Die durch die Druckpunkte vermittelte Empfindung wird als körnig, die der Schmerzpunkte als stechend bezeichnet. Verfasser äußert sich selbst hierüber: „Stößt man eine feine Nadel in diese Punkte (Schmerzpunkte. Ref.), so schwillt die schmerzhaft empfundene Empfindung zu erheblicher, oft schwer erträglicher Stärke an und strahlt aus nach Fläche und

Tiefe. Dagegen ist der Einstich in die zuerst bezeichneten Druckpunkte in der Regel schmerzlos, man hat eine ganz oberflächlich projizierte und scharf umschriebene, starke, punktartige Druckempfindung, für welche GOLDSCHIEDER nicht unpassend den Ausdruck „körniges Gefühl“ gebraucht hat.“ Auf den nicht erregbaren Punkten rief die Nadel (die Verfasser noch auf dem Schleifsteine nachzuspitzen empfiehlt), „nur eine ganz diffuse Berührungsempfindung“ hervor, welche von FREY aus „der ziemlich ausgedehnten Deformation der Haut“ zu erklären sucht. Verfasser bemerkt ferner, daß sich (besonders an den Haarbälgen, das Ausreißen der Haare verursacht Schmerz) Druck- und Schmerzempfindungen oft verbinden, und zieht aus seinen Beobachtungen den Schluss: „Daß beide Empfindungen verschiedenen nervösen Gebilden angehören, dürfte nach den geschilderten Beobachtungen nicht zweifelhaft sein. Die Annahme besonderer Nerven und Endapparate für Schmerz- und Druckempfindung schließt ihre gegenseitige Durchflechtung, bzw. eng benachbarte Lagerung nicht aus.“ Das „Gefühl des Juckens und Kitzelns“ ist von FREY geneigt, als „sekundäre Empfindung“ aufzufassen, „vermittelt durch Reflexe, welche von den Tastnerven auf die Gefäße übergreifen.“

An der Cornea und der Conjunctiva bulbi will Verfasser nur Schmerzempfindungen beobachtet haben, doch liegt die Schmerzschwelle an diesen Stellen beträchtlich tiefer, als an der übrigen Körperoberfläche. Verfasser konnte dieselbe an der Cornea bei $0,3 \text{ g/mm}^2$, an der Conjunctiva bei 2 g/mm^2 bestimmen. Dabei zeigten sich auch hier in beiden Fällen neben den erregbaren Punkten auch unerregbare. Letztere waren an der Cornea bis zu 26, an der Conjunctiva bis zu einem Druck von 115 g/mm^2 nachweisbar. Im ersten Falle konnte diese Untersuchung wegen des heftig auftretenden Lidreflexes nicht weiter fortgesetzt werden. Verfasser fügt hinzu: „Der Cornea (und Conjunctiva) eigentümlich ist ferner die Erscheinung, daß ein nicht weit über die Schwelle liegender Reiz (1 bis 5 g/mm^2 für die Cornea) an vielen Punkten im ersten Moment der Berührung nicht gefühlt wird, daß aber bei andauernder Berührung Schmerzempfindung auftritt, die entweder nach einigen Sekunden wieder verschwindet, oder, was häufiger der Fall, so weit anschwillt, daß die Reizung unterbrochen werden muß. Nimmt man das Haar fort, so läßt sich an der Berührungsstelle eine Delle, eine umschriebene Raubigkeit der Corneafäche bemerken. Es wird also die Vorstellung gerechtfertigt sein, daß ein Reiz, der die Nervenenden nicht unmittelbar trifft oder für deren direkte Erregung zu schwach ist, wirksam werden kann, wenn er durch Schädigung des Epithels oder Störungen des Säftestromes im Gewebe chemische Alterationen hervorruft.“ Die eigentümliche Färbung der Schmerzempfindung auf der Cornea und Conjunctiva glaubt Verfasser noch aus einem Vergleiche mit der bei gleichem Druck (etwa 15 g/mm^2) auf dem Augenlide ausgelösten „Druckempfindung“ darthun zu können. Eine letzte Bemerkung dieser Abhandlung, daß Cornea und Conjunctiva keine Temperaturempfindungen besitzen, ist in der dritten Mitteilung (s. u.) wesentlich modifiziert. Verfasser schließt, daß der Trigeminus von seinen zentripetalen Fasern nur Schmerznerve in Cornea und Conjunctiva sendet, und verweist auf andere ungleiche Verteilungen

sensibler Nerven, wie auf die von WEBER an der Iris und den daran gemachten Beobachtungen, sowie auf die vom Referenten gefundene schmerzfreie Stelle der Backenschleimhaut. Aus einer kurzen Zusammenfassung der Ergebnisse am Schlusse der Arbeit sei nur noch der zweite Punkt mit des Verfassers eigenen Worten wiedergegeben: „Es giebt grössere Flächen, welche Druck, aber nicht Schmerz, und andere, welche nur Schmerz empfinden. Letztere Orte haben demgemäss nur eine einzige Reizschwelle, welche nicht höher zu liegen braucht als die Druckschwelle der Haut und sogar beträchtlich tiefer liegen kann (Cornea).

Ich schliesse daraus, daß die Schmerzempfindung durch besondere Einrichtungen, Schmerzpunkte und Schmerznerven vermittelt wird.“

In der zweiten der oben erwähnten Mitteilungen weist von FREY zunächst nach, daß auch die „Schmerzpunkte“ bei mechanischer Reizung an den verschiedenen Körperteilen unter sich verschiedene Schwellen besitzen. Nach der beigegebenen tabellarischen Übersicht wurde auf der Cornea der niedrigste, auf den Fingerspitzen dagegen der höchste Schwellenwert gefunden. Ersterer liegt bei 0,2 g/mm², letzterer bei 300 g/mm². Mittlere Werte ergaben Versuche auf dem Fußrücken (50 g/mm²), dem Handrücken (100 g/mm²) und der Hohlhand (130 g/mm²). Verfasser bemerkt jedoch zu diesen Angaben, daß dieselben nur einen ungefähren Wert besitzen, und empfiehlt eine genauere Nachprüfung der betreffenden Körperteile. Neben der Höhe des absoluten Druckes ist für die Bestimmung der Schmerzschwelle nach Verfasser auch die Dauer des einwirkenden Reizes in Rücksicht zu ziehen. Ferner konnte Verfasser beobachten, daß das Schwellenverhältnis beider Arten von Sinnes-

punkten zu einander $\left(\frac{\text{Druckschwelle}}{\text{Schmerzschwelle}} \right)$ für die einzelnen Körperteile keine konstante bedeutet. Während es an den Fingerspitzen auf den Wert von $\frac{1}{50} - \frac{1}{100}$ herabgeht, beträgt es für den Ober- und Unterarm $\frac{1}{3}$. Die Nachprüfung an verschiedenen Tagen ergab unter sonst gleichen Bedingungen für beide Sinnesqualitäten ziemlich konstante Schwellenwerte, doch wurde der absolute Wert derselben nach von FREYS Beobachtungen sowohl durch einwirkende Kälte, wie durch Kneipen, Reiben und Kratzen der betreffenden Hautstelle variiert. Spannung der Haut erhöhte die Druckschwelle am linken Mittelfinger auf das Sechzehnfache. Außerdem ist Verfasser geneigt, auch der Übung und Aufmerksamkeit für das Herabsinken der Reizschwellen eine Bedeutung zuzuschreiben.

Indem Verfasser der Verteilung der erwähnten Sinnespunkte weitere Aufmerksamkeit widmete, konnte er die mit Bezug auf die Ortsbestimmung der Druckpunkte bereits gemachten Angaben dahin vervollständigen, daß sich dieselben sämtlich auf der „Luvseite“ der Haare befinden. „Legt man eine zur Hautoberfläche senkrechte Ebene durch das Haar, so bildet der Haarbalg mit der Epidermis nach der einen Seite einen spitzen, nach der anderen einen stumpfen Winkel. Auf der Seite des spitzen Winkels, dort, wo der Haarbalg der Epidermis zunächst liegt, findet sich die Stelle, wo ein Druck, der in der ganzen übrigen Umgebung des Haares nicht gefühlt wird, von der charakteristischen Berührungsempfindung begleitet ist.“ Die schwächsten Druckreize treten

bei Berührung des Haares selber in Wirksamkeit, die Schwelle liegt in diesem Falle jedesmal unterhalb derjenigen, die bei direkter Berührung des Balges erzielt wird. Bei stetiger Verkürzung des Haares durch die Schere näherte sich dessen Schwelle immer mehr der des Balges, bis sie bei glatt rasiertem Haare mit dieser zusammenfiel. Verfasser schließt aus dieser Beobachtung, „daß in beiden Fällen dasselbe Organ gereizt wird, vom Haare aus, der Hebelwirkung entsprechend, aber mit geringeren Kräften.“ „Die Haare des Körpers müssen daher ganz allgemein, nicht nur die bei gewissen Säugetieren vorkommenden sog. Tasthaare, als Sinnesapparate, speziell als Organe des Drucksinnes aufgefaßt werden.“ Der gleiche Wechsel von Druck-, Schmerz- und unerregbaren Punkten ließ sich auch auf den nicht behaarten Teilen des Körpers, nach Verfasser 5% der gesamten Körperoberfläche, nachweisen. Da für die Lage der Schmerzpunkte kein äußerliches Kennzeichen vorhanden ist, so konnten diese nur durch den Vergleich bestimmt werden.

Eine Prüfung der in Rede stehenden Sinnespunkte bei unipolarer elektrischer Reizung ergab zunächst, daß die Schwelle für die Schmerzpunkte in diesem Falle unterhalb der der Druckpunkte lag. „Die Empfindung ist stehend, frei von jeder Tast- oder Druckempfindung und ununterbrochen andauernd.“ „Die schmerzhaften Punkte sind durch empfindungslose Strecken voneinander getrennt und zeigen keine feste Beziehung zu den Haarbälgen.“ „Aufsetzen der Elektrode auf einen Haarbalg, bzw. auf die Austrittsstelle eines Haares kann schmerzhaft sein, ist es in der Regel aber nicht.“ Die bei elektrischer Reizung auf den Druckpunkten ausgelöste Empfindung bezeichnet Verfasser als Schwirren oder Hämmern. „Sie entbehrt des unangenehmen Charakters, welcher der Reizung der Schmerzpunkte eigentümlich ist.“ „Man hat den Eindruck, als ob eine schwingende Stimmgabel dem gereizten Punkte Stöße versetzte.“ Wurde bei verstärktem Stromdurchgang die Elektrode verschoben, so konnte Verfasser in der deutlichsten Perzeption der Empfindung eine Richtung verfolgen, welche Erscheinung er dahin deutet, „daß durch die Elektrode der Verlauf der Drucknerven auf die Hautoberfläche projiziert wird.“ Die gleiche Beobachtung machte Verfasser bei den Schmerzpunkten. Ob bei elektrischer Reizung die Endapparate oder nicht vielmehr deren zutretende Nerven gereizt werden, zumal die letzteren so leicht erregbar sind, läßt Verfasser dahingestellt, er fügt dieser Ausführung nur die Bemerkung hinzu: „Es zeigt sich darin recht deutlich, daß in der Organisation des Körpers elektrische Reizung nicht vorgesehen ist, oder mit anderen Worten, daß der elektrische Reiz eigentlich ein unphysiologischer ist.“ Eine besondere Beachtung verdienen die Verhältnisse, welche bei faradischer Reizung Körperstellen, wie die Hohlhand, die Zunge, der Gaumen, die Wangenschleimhaut, das Zahnfleisch, die Zähne und die Conjunctiva aufweisen. An der Hohlhand dringt der Strom nach des Verfassers Ergebnissen nur an begünstigten Stellen, wie an den Mündungsstellen der Schweißdrüsen, in hinreichender Dichte ein, um die schwirrende Druckempfindung zu erzeugen. Die Punkte wurden auf diese Weise dementsprechend in größeren Abständen als bei Anwendung mechanischer Reize gefunden. Bei der schon

erwähnten Stelle der Backenschleimhaut konnte der Strom so verstärkt werden, „daß die Muskeln der Wange in heftigsten Tetanus geraten und die Erregung bis in den Oberkiefer ausstrahlt, ohne daß eine Spur von Schmerzhaftigkeit an der Applikationsstelle der Elektrode auftritt.“ Die Empfindlichkeit an den verschiedenen Teilen der Zunge entspricht im allgemeinen den vom Referenten bei mechanischer Reizung dieses Körperteiles festgestellten Verhältnissen (*Philos. Stud.* Bd. IX). An den Zähnen und der Conjunctiva erzeugte die elektrische Reizung nur Schmerzempfindungen, die Empfindungen waren hier nicht intermittierend.

Auf den Druckpunkten konnten 130 Stromstöße in der Sekunde noch unterschieden werden, während die Zahl derselben auf den Schmerzpunkten auf 5 herabsinken mußte, um eine Art Intermittenz der Schmerzhaftigkeit bemerklich zu machen. Verfasser vergleicht diesen kontinuierlichen Vorgang in der Erregung der Schmerzpunkte dem Tetanus des Muskels.

Indem Verfasser sich zum Schlusse dieser Abhandlung auf die von MISES, VAN GEHUCHTEN und ORRU veröffentlichten anatomischen Befunde bezieht, gelangt er zu dem Resultate, daß die freien Nervenendigungen zwischen den Epithelzellen überall die Schmerzempfindung vermitteln, und daß als Organe des Drucksinnes außer den Haarbälgen die MEISSNERSchen Körperchen anzusehen sind. „Ihre vom Entdecker untersuchte räumliche Ausbreitung entspricht den aus den Versuchsergebnissen aufzustellenden Forderungen.“

In der dritten der oben erwähnten Abhandlungen unterwirft W. NAGEL die durch von FREY mit Bezug auf die Sensibilität der Conjunctiva und Cornea ausgeführten Versuche und die aus denselben resultierenden Befunde, wie sie im Vorstehenden wiedergegeben sein dürften, auf Grund von Nachprüfungen, die er an sich selbst und anderen Personen anstellte, einer eingehenden Kritik. Verfasser bestreitet, daß auf genannten Körperteilen ausschließlich schmerzhaft Empfindungen auslösbar sind. „Vielmehr können erstens Berührungen sowohl auf der Conjunctiva, wie auf der Cornea ohne jeden schmerzhaften oder auch nur belästigenden Gefühlston wahrgenommen werden, und zweitens läßt sich ebenfalls an beiden Orten eine ganz prägnante Kälteempfindung hervorrufen.“ Auf der Conjunctiva bulbi konnte Verfasser mittelst einer feinen Fischbeinsonde, an deren einem Ende sich ein längliches Knöpfchen von etwa $\frac{1}{2}$ mm Dicke befand, wie mit jedem anderen glatten, aber abgerundeten Gegenstande, auch mittelst eines spitzen angefeuchteten Pinsels, selbst mit dem angefeuchteten Finger und den von FREYSchen Reizhaaren sowohl Berührungs- wie Schmerzempfindungen erzeugen, je nach dem Stärkegrade, mit welchem die genannten Reizmittel mit der Conjunctiva in Berührung kamen. „Ein leises Streichen mit der Spitze des senkrecht zum Bulbus gestellten (weichen) Haares ist bei mir, wenn überhaupt wahrnehmbar, stets schmerzlos. Dabei beobachtet man, daß ein Haar, dessen einfache Berührung nicht empfunden wird, bei der Bewegung wahrgenommen wird.“ Die schmerzhaft Berührung der erwähnten Fischbeinsonde bedingt ein senkrecht Aufsetzen derselben auf den Bulbus, so daß die Angriffsstelle von möglichst geringem Um-

fange war. Das Aufsetzen des trockenen Pinsels mit einzelnen hervorstehenden Haaren verursachte ebenfalls Schmerz. Die schmerzlose Berührung der Cornea scheint nach Verfasser bei verschiedenen Menschen verschieden leicht erzielbar. Auf seiner eigenen Cornea erzeugte ein mit einem Reizhaar von 0,08 mm Durchmesser ausgeübter Druck „im ersten Moment sehr deutlich eine nicht schmerzhaft empfundene Empfindung von geringer Intensität,“ der sich (wie Verfasser meint, wohl infolge der ungleichmäßig zitternden und schwankenden Berührung) eine Kitzelempfindung beimischen konnte, bei der mehrere Sekunden andauernden gleichen Reizung aber trat im von FREYSchen Sinne Schmerz auf. Eine gleichfalls schmerzlose Empfindung konnte Verfasser auf der Cornea durch Nachahmung des dieselbe normalerweise stets schmerzlos berührenden Lidschläges hervorrufen, indem er über dieselbe mit einem weichen, in 0,6%iger und bis auf 40—50° C. erwärmter Kochsalzlösung getränkten Pinsel strich. Den anfangs auftretenden Reflex gelingt es, durch Übung zu unterdrücken. „Liegt nun der Pinsel, schwimmend naß von der Kochsalzlösung, der Cornea an, so fehlt jegliche Empfindung. Drückt man ihn dagegen etwas stärker auf oder bewegt ihn hin und her, so tritt neben vorübergehenden, ganz leichten Schmerzempfindungen (!) ab und zu eine deutliche, nicht schmerzhaft empfundene Sensation auf. Im allgemeinen aber wird von der ganzen Berührung und Bewegung überraschend wenig empfunden.“ Andererseits hält Verfasser die Frage, wie ein nicht stehendes, in schonender Weise aufgesetztes Haar die Cornea nach einigen Sekunden schmerzhaft reizen kann, für eine der dunkelsten auf diesem Gebiete. Indem er in der von FREYSchen Ansicht, nach welcher in diesem Falle auf der Cornea eine kleine Delle entsteht und so der das Nervenende nicht direkt treffende Reiz „durch Schädigung des Epithels oder Störungen des Säftestromes im Gewebegemische Alterationen hervorrufen“, keine befriedigende Erklärung findet, glaubt er, dieses nachträgliche Auftreten des Schmerzes nach GOLDSCHIEDERS Vorgang mehr als ein „Summationsphänomen“ auffassen zu müssen. VON FREYS Fehler liegt nach NAGEL in dessen Methode, indem derselbe diejenige, welche er für die Prüfung des Drucksinnes der äußeren Haut verwandte, unverändert auf die Untersuchung so empfindlicher Teile, wie Conjunctiva und Cornea, übertrug. „Eine senkrechte Berührung mit einem Haare ist für die Conjunctiva, was für die Haut ein Nadelstich ist.“

Verfasser untersuchte ferner die Empfindlichkeit der Conjunctiva und Cornea für thermische, chemische und elektrische Reizung. Aus einer Zusammenfassung der durch manche Einzelbeobachtung interessanten Abhandlung sei noch folgendes hervorgehoben:

„Sowohl Conjunctiva wie Cornea vermögen zwar Wärme und Kälte zu „unterscheiden“, aber nur die Kaltberührung erzeugt neben der Berührungsempfindung eine spezifische Temperaturempfindung, Warmempfindung aber erscheint als temperaturlos, als nicht-kalt, wenn sie nicht so hochgradig ist, daß Schmerz auftritt.“

Unfähigkeit auch zur Kälteempfindung ist in einem Falle, bei sonst intakter Sensibilität, konstatiert; das Vorkommen ausgeprägter Warmempfindung ist noch fraglich, jedenfalls ist es selten. Schwache Andeutungen von Hitzegefühl kommen vor.

Die Häufigkeit der anästhetischen Punkte, namentlich der Cornea, wechselt bei den einzelnen Individuen.

Die Conjunctiva des unteren Lides verhält sich wie die Conjunctiva bulbi. Die Umschlagfalte ist für Berührungen weniger empfindlich.

Die Kälteempfindung geht hier leicht ins Schmerzhaftes über. Wärmeempfindung fehlt. Die Conjunctiva des oberen Lides, künstlich ektropioniert, ist fast unempfindlich für Berührung und Temperatur. Die Plica semilunaris hat die gleichen sensiblen Eigenschaften wie die Conjunctiva bulbi. Die Caruncula nimmt sowohl Wärme wie Kälte in der Mehrzahl der Fälle deutlich wahr.

Im Zustande der Entzündung der Conjunctiva ist die Wahrnehmungsfähigkeit für Berührung wie für Kälte stark herabgesetzt, dagegen besteht Hyperalgesie namentlich gegen chemische Reize (auch den des Wassers).

Ein Luftstrom, der die Conjunctiva und Cornea trifft, wird als kalt empfunden, gleichviel ob er heiß oder kalt ist. Sehr heiße Luft erzeugt neben der Kälteempfindung Schmerz, keine Wärmeempfindung. Die Carunkel nimmt wie die Haut einen warmen Luftstrom als warm wahr.

Der Lidschlussreflex tritt bei Berührung der Cornea und Conjunctiva mit einem warmen Gegenstande weit weniger stark auf, als bei Berührung mit einem kalten Gegenstande. Eine Berührung an Stellen der Cornea und Conjunctiva, welche zur Empfindung unfähig sind, erzeugt niemals Lidschlussreflex. Der Reiz des Induktionsstromes wird (im Gegensatz zur Zunge) auf Conjunctiva und Cornea als ein kontinuierlicher, stechender Schmerz empfunden. Die Reizschwelle der Conjunctiva liegt höher, als auf der Zunge.“

Verfasser schließt seine Abhandlung mit der Behauptung, daß von FREY das Vorhandensein besonderer Schmerznerven und Schmerzsinnesorgane nicht in überzeugender Weise nachgewiesen habe.

In der vorstehend besprochenen unmittelbar nachgestellten Arbeit „Zur Prüfung des Drucksinnes“ unterwirft NAGEL die von FREYSche Methode der Sensibilitätsmessungen mittelst der oben erwähnten Reizhaare einer eingehenden Kritik. Verfasser faßt die Ergebnisse seiner in dieser Beziehung angestellten Nachprüfungen am Schlusse selber in den folgenden Satz zusammen: „Die von von FREY angegebene Methode der Prüfung des Drucksinnes mittelst der Applikation kleinster wahrnehmbarer Druckreize durch senkrecht aufgedrückte „Reizhaare“ von bekanntem Biegungswiderstande ist nur unter der Bedingung zur Feststellung absoluter und relativer Zahlenwerte für die Empfindlichkeit der verschiedenen Hautregionen anzuwenden, daß nicht der auf die Flächeneinheit berechnete Druck, sondern die in Grammen erforderliche Kraft zur Bestimmung des Reizwertes benutzt wird.“ Im letzteren Falle erkennt der Verfasser in dem von FREYSchen Verfahren eine Methode, die besonders dem Neuropathologen bei Sensibilitätsprüfungen von hohem Werte sein müsse.

Der dritte der von FREYSchen Berichte umfaßt zunächst die Resultate, die sich bei weiteren Untersuchungen über die Temperaturempfindungen des Auges ergeben hatten. Nach diesen mit dem Referenten zusammen angestellten Versuchen, die im wesentlichen bereits vor der

NAGELschen Veröffentlichung abgeschlossen waren, besitzt die Cornea keine Temperaturempfindungen, die Conjunctiva dagegen nur Kalt-empfindungen. Bevorzugt sind in dieser Beziehung der Cornealrand und die nächst angrenzenden Teile der Conjunctiva, in größerer Anzahl befinden sich die Kaltpunkte außerdem in der Nähe der Conjunctivalgefäße. Die Angabe DONALDSONS, nach welcher durch Kokainvergiftung des Auges nur die Schmerzempfindlichkeit aufgehoben werde, die Temperaturempfindung dagegen erhalten bleibe, konnte nicht bestätigt werden, vielmehr zeigte sich neben der ersteren Empfindungsqualität auch die letztere herabgesetzt oder ganz aufgehoben. Etwas abweichend von dieser Regel bestimmte von FREY das Verhalten der Kaltpunkte des Cornealrandes, welche nach seiner Beobachtung „noch deutlich reagieren können, wenn die Schmerzhaftigkeit an dieser Stelle bereits stark herabgesetzt ist.“ Für den Nachweis von Kältepunkten wurden Lametta-streifen und dünne Kupferdrähte mit angeschmolzenen Endkölbchen verwandt, für denjenigen von Wärmeempfindungen in erwärmtes Vaseline getauchte und an das eine Ende eines Drahtstückes geklebte Watteröllchen. Da DONALDSON auch Wärmeempfindungen für das Auge nachgewiesen hat und Verfasser in der Nähe der temporalen und nasalen Augenwinkel das gänzliche Fehlen derselben mit absoluter Bestimmtheit nicht darzuthun vermochte (Referent empfand überall auf der Conjunctiva bulbi nicht warm. Vergl. oben die NAGELschen Angaben), so vermutet Verfasser hier individuelle Verschiedenheiten. (Jedenfalls dürfte das Fehlen der Warmempfindung an dieser Stelle ein bedeutsames Argument für die Annahme getrennter nervöser Apparate für diese beiden Empfindungsqualitäten sein. Ref.) Als paradoxe Kaltempfindung bezeichnet von FREY die Erscheinung, daß Kaltpunkte durch Reizung mit einem erwärmten Cylinder erst bei Temperaturen von über 40 bis 45° C. mit der ihnen spezifischen Empfindung und sodann nicht bei direkter, sondern nur bei etwas seitlicher Berührung ansprechen. Da von FREY selber bemerkt, daß die „paradoxe Erregung der Kaltpunkte „nicht zu den leicht beobachtbaren Erscheinungen gehört“, so bedarf diese Beobachtung noch einer sorgfältigen Nachprüfung und Bestätigung.

In einer längeren Anmerkung sind die von NAGEL gegen des Verfassers Methode zur Bestimmung des Unterschiedes von Druck- und Schmerzpunkten erhobenen Einwürfe diskutiert. Verfasser schreibt: „Wenn Herr NAGEL sagt, daß Reizhaare ungleichen Druckes, aber gleicher Kraft gleich empfunden werden, so ist dieser Satz oder dessen Umkehrung in solcher Allgemeinheit hingestellt ebenso unrichtig, wie es sein Gegenteil sein würde. Wie die vorstehenden Erörterungen zeigen, hängt der Erfolg durchaus ab von den speziellen Versuchsbedingungen (Kraft und Querschnitt der Reizhaare, gereizte Hautstelle, Art der Sinnespunkte, ob Schwellenreize etc.), welche bekannt sein müssen, wenn die Ergebnisse in irgend einer Richtung verwertbar sein sollen.“

Im weiteren Verlaufe seiner Mitteilungen präzisiert Verfasser nochmals den Ausdruck „Druckempfindung“, veranlaßt durch die Aussagen mancher Personen, die auch auf den Schmerzpunkten Berührung wahr-

zunehmen behaupteten. Bei erneuter Prüfung der Druckpunkte erwies sich auch der konstante Strom im obigen Sinne wirksam, namentlich rief derselbe auf der Lippenschleimhaut die dieser Hautstelle eigentümliche intermittierende Empfindung hervor. Zum Verständnisse der von FREYSchen Unterscheidung von Druck- und Schmerzpunkten ist das Auseinanderhalten der von ihm angegebenen Charakteristika für beide Arten von Punkten unerlässlich. Wenn aber eine Anzahl von Personen, zu denen Referent selbst gehört (vergl. auch NAGEL), neben diesen beiden Empfindungsqualitäten noch eine dritte Art von Empfindungen unterschieden und diese als Berührungsempfindung bezeichneten, so liegt auf der Hand, daß auch diese letztere einer genaueren Präzisierung bedarf. Es kann deswegen nicht genügen, wenn Verfasser es in jedermanns Belieben stellt, „was er unter einer Berührungsempfindung verstehen will.“ Referent fügt hinzu, daß er an jeder Stelle des Körpers Berührungsempfindungen beobachten kann, auch an den Temperaturpunkten, wenngleich dieselbe hier durch die spezifische Empfindung übertönt werden und erst zur Wahrnehmung gelangen kann, wenn die letztere erblaßt oder aber die betreffenden Punkte bereits in das Stadium der sog. Ermüdung getreten sind. In keinem Falle dürfte aber wohl, wie dem Referenten scheint, die einmal im GOLDSCHIEDER-von FREYSchen Sinne als „körniges Gefühl, „intermittierende, schwirrende Empfindung“ bezeichnete Druckempfindung mit der mehr diffusen, obwohl darum nicht schlecht lokalisierten Berührungsempfindung ohne weiteres identifiziert werden. Kann im physikalischen Sinne jede Affektion der Hautoberfläche durch äußere Reize als Berührung bezeichnet werden, so erfordert doch die psychologische Analyse eine letzte konsequente Durchführung der begrifflichen Fixierung der durch jene Reizung hervorgerufenen Empfindungsinhalte.

Eine eingehende Berücksichtigung widmete der Verfasser der Untersuchung des männlichen Gliedes. Darnach fehlen an der Glans penis die Druckpunkte. „Der seinerzeit bestimmte Schwellenwert ist die Schmerzschwelle.“ Die übrige Haut des Gliedes besitzt neben Schmerzpunkten auch Druckpunkte. Reich an Druckpunkten ist das Frenulum. Die Untersuchung der Temperaturempfindungen ergab hier mit Bezug auf die Verteilung der Temperaturpunkte ein Anwachsen derselben von der Wurzel nach dem Rande der Vorhaut hin. Eichelhals und Corneaglandis gehören zu den temperaturempfindlichsten Stellen des menschlichen Körpers. „Der Temperatursinn der Eichel ist vorwiegend Kältesinn, neben dem Reichtum an Kaltpunkten fällt auf die Intensität der Empfindung, die sie auszulösen im stande sind. Von dem Eichelwulst gegen die Mündung der Harnröhre nimmt die Empfindlichkeit für Temperaturen rasch ab, um in der Mitte zwischen beiden Orten nahezu Null zu werden.“ Verfasser bezieht auf die letzte Beobachtung die Angabe DESBOIS, wonach die Eichel temperaturempfindlich sei. In hervorragender Weise zeigten die Kältepunkte der Eichel die Fähigkeit der paradoxen Erregung. „Brennend heiße Gegenstände werden intensiv kalt und zugleich schmerzhaft brennend empfunden. Nur in der Gegend der Harnröhrenmündung läßt sich auch bei Flächenreizung (flächenhafte Berührung mit erwärmten Metallstäbchen wurde an der Eichel

meist kalt empfunden) Wärmeempfindung auslösen.“ In der KOLLMANNschen Poliklinik konnte Verfasser diese Beobachtung an 13 Versuchspersonen in zehn Fällen mit positivem Resultate nachprüfen. „Reizung der Druckpunkte des Gliedes kann mit wollüstigen Empfindungen verknüpft sein.“ Je nachdem die besprochenen „Sinnespunkte“ auf der Körperoberfläche vereinzelt oder in Kombinationen vorkommen, unterscheidet Verfasser Unionen, Binionen und Ternionen. Die Union bezeichnet ausschließlich schmerzempfindende Orte (Cornea, Zähne), zu den Binionen gehören sowohl Orte mit Schmerz- und Temperaturempfindung (Randteil der Cornea, Conjunctiva, Glans penis), als auch solche mit Druck- und Temperatursinn (Mundhöhle mit wesentlichen Einschränkungen). Das Ternion (Temperatur-, Druck- und Schmerzempfindung) findet sich auf allen übrigen Gebieten der Körperoberfläche.

Indem Verfasser am Schlusse der Abhandlung noch die Frage erwägt, welches die noch gänzlich unbekannten Organe der Temperaturempfindungen sein könnten, gelangt er auf Grund histologischer Untersuchungen dazu, die letzteren zu den sog. KRAUSESchen Endkolben und den von RUFFINI beschriebenen Körperchen in Beziehung zu setzen. Danach sind die Endkolben „wahrscheinlich die Organe der Kalt-empfindung.“ Ebenso scheint dem Verfasser „eine Beziehung der Endigungen RUFFINIS zum Wärmesinn einigermaßen wahrscheinlich.“ Doch will Verfasser diese Mitteilung nur als eine vorläufige Vermutung aufgefaßt wissen und macht die letzte Entscheidung dieser Frage von weiteren Untersuchungen abhängig, mit denen er gegenwärtig noch beschäftigt ist.

FRIEDR. KIESOW (Leipzig).

HERBERT NICHOLS. *Our notions of number and space.* Boston. Ginn & Comp. 1894. VI u. 201 S.

NICHOLS macht eine große Anzahl von Experimenten auf dem Gebiete des Tastsinns. Er läßt bei in gerader Linie angeordneten Spitzen die Zahl der Punkte und ihre Entfernung, bei in Dreiecken und Quadraten angeordneten außerdem noch die Figur beurteilen. Die Größe der geraden Linien war 1—3 (beim Unterleib —5) cm, die Zahl der Spitzen 2—5 (beim Unterleib —7), bei den Figuren war die Seitenlänge so groß wie diese Distanzen, die Punktzahlen bei Dreiecken 3, 4, 6, 7, bei Quadraten 4, 5, 8, 9. Daneben machte er Versuche mit Kanten, hohlen und massiven Dreiecken, Quadraten und Kreisen. Es wurden vier Versuchspersonen an Zunge, Stirn, Unterarm und Unterleib untersucht. Die Apparate wurden meist auf der Haut hin- und hergeschoben; nur in einigen Reihen wurden sie dreimal auf dieselbe Stelle aufgesetzt. Ferner wurden auch Figuren durch einen bewegten Stift auf die Haut gezeichnet und dabei Druckstärke und Schnelligkeit der Bewegung in allerdings nicht genau kontrollierter Weise verändert.

Leider scheint die Verteilung der Versuche auf die einzelnen Tage nicht in der sonst (seit FECHNER) üblichen Weise reguliert worden zu sein. Daher sind die Einflüsse der Übung, Ermüdung, Einstellung nicht