

(Aus der von Dr. KIESOW geleiteten Abtheilung für experimentelle Psychologie
des physiologischen Instituts der Universität Turin.)

Beobachtungen über die Empfindlichkeit der hinteren Theile des Mundraumes für Tast-, Schmerz-, Temperatur- und Geschmacksreize.¹

Von

F. KIESOW und R. HAHN.²

(Mit 3 Fig.)

Die in dieser Mittheilung vorzugsweise in Betracht kommenden Mundtheile sind die Gaumenpfeiler, die Tonsillen und die Uvula, vergleichsweise sind daneben auch andere Theile des Mundraumes mitberücksichtigt worden. An den vorderen Gaumenbögen wurden außerdem noch einige Beobachtungen über die Raumwahrnehmung angestellt und ebenso haben wir diese Gebilde auf ihre Kitzelempfindlichkeit geprüft.

Wir arbeiteten mit der Projectionslampe und dem Stirnspiegel. Die Zunge wurde mit einem aus Hartgummi oder Glas gefertigten Zungenhalter niedergehalten. Wir vermieden metallene Zungenhalter, um die durch diese verursachten Geschmacksempfindungen, sowie die bei elektrischen Reizen leicht auftretende Leitung nach anderen, der Prüfung nicht unterworfenen Mundtheilen hin auszuschließen. Personen mit stark steigender

¹ Ueber einige der in dieser Arbeit mitgetheilten Thatsachen wurde im Allgemeinen bereits der R. Accademia di Medicina zu Turin in den Sitzungen vom 26. April und 31. Mai 1901 kurz berichtet, sie sind in der vorliegenden Abhandlung nochmals revidirt worden.

² Specialarzt für Oto-rhino-laryngologie und Sprachstörungen zu Turin.

Zunge wurden bei den Untersuchungen über die Tast-, Temperatur- und Schmerzempfindlichkeit nicht benutzt und bei den Geschmacksuntersuchungen thunlichst ausgeschlossen.

Die Bestimmung der Tastempfindlichkeit geschah mittelst dünner und nicht zu weicher Haarpinsel, sowie mit Wattebäuschchen, der von FREY'schen Reizhaare und dem Inductionsstrom. Um die Application des Reizes auf die hinteren Mundtheile möglich zu machen, wurden die Haarpinsel einem längeren Glasstabe aufgesteckt, während die Wattebäuschchen, die Reizhaare und die für die Prüfung der Raumwahrnehmung benutzten Reizmittel dem einen Ende eines Strohhalmes (Virginia-halm) von ca. 19 cm Länge aufgeklebt waren. Das Reizhaar (Pferdehaar) wurde auf diese Weise applicirt durch Scheerenschnitt so lange verkürzt, bis eine Empfindung auftrat und dann gemessen.¹

Als Inductionsapparat diente uns ein Schlitten nach du Bois-REYMOND aus der Fabrik von G. HASLER in Bern, der nach KRONECKER geaicht und bei einer Skalenlänge von 52 cm in 14000 Einheiten getheilt war. Die Anzahl der Windungen der secundären Spule ist leider nicht angegeben. In den Apparat wurde constant ein Strom gesandt, der beim Durchgang durch die primäre Rolle eine Intensität von 0,5 Ampère besaß. Als Stromquelle dienten Danielelemente. Die Stromintensität wurde vor und nach jeder Versuchsreihe am Ampèremeter abgelesen und, wenn nöthig, durch Veränderung einer eingeschalteten Resistenz regulirt. Die Reizung war in diesem Falle eine unipolare und geschah mittelst einer Kupferdrahtelektrode von 16 cm Länge und 1 mm Durchmesser, an deren freiem Ende in der Gebläseflamme ein kleines Knöpfchen angeschmolzen war. Diese, durch ein Glasrohr gezogene und so isolirte Elektrode wurde wie bei früheren Versuchen von FREY's und KIESOW's zur Kathode der Oeffnungsschläge gemacht und der andere Pol zu

¹ Als eine bequeme Methode, den Querschnitt eines Reizhaares unter dem Mikroskop zu messen, erwies sich mir die folgende: Man benutze das letzte vor dem Auftreten der Empfindung abgeschnittene Stückchen und stecke von diesem ein etwa 1—2 mm langes Endchen in ein dünnes Hollundermarkscheibchen, das mit dem Rasirmesser geschnitten ist. Legt man das so zugerichtete Scheibchen auf den Objectträger des Mikroskops, so hat die weitere Bestimmung keine Schwierigkeit. KIESOW.

einer dem einen Unterarm umgelegten breiten Metallmanschette geleitet.

Die Schmerzempfindlichkeit wurde faradisch, thermisch und mechanisch geprüft. Als mechanische Reizmittel dienten neben den Reizhaaren auch feine und zugeschliffene Nähnadeln, die dem freien Ende eines Glasstabes von 20 cm Länge eingeschmolzen waren.

Die thermischen Prüfungen wurden auf zweierlei Weise angestellt. Wir verfahren zunächst so, daß wir in ein mit erwärmtem Wasser gefülltes Gefäß mit einem Thermometer zusammen einen gut leitenden Metallstab von 19 cm Länge und 5 mm Durchmesser thaten, dessen Applicationsende glatt abgeschliffen und dessen freies Ende mit einem Stück dickwandigen, als Handgriff dienenden Gummischlauches überzogen war. Nachdem wir das Wasser auf eine ziemlich hohe Temperaturstufe (ca. 65—70 ° C.) erwärmt hatten, begannen wir die Versuche und folgten in kurzen Zeitabständen der Abkühlung des Wassers bis zu dem Punkte, wo eine ausgesprochene Kaltempfindung auftrat. Neben der Empfindlichkeit für Wärme- und Kältereize konnte so zugleich annähernd die Schwelle des Wärmeschmerzes bestimmt werden. Die Application des Metallstabes geschah sehr schnell, nachdem die Versuchsperson den Mund geöffnet hatte und die Zunge mit dem erwähnten Zungenhalter niedergehalten war.

Sodann benutzten wir ein Thermoästhesiometer, wie KIESOW auf VON FREY's Vorschlag construirte und bereits beschrieben hat.¹ Für den vorliegenden Fall war dasselbe dahin abgeändert, daß die Kupferstäbe isolirt durch ein ca. 16 cm langes Glasrohr gezogen waren. Ebenso besaß dasselbe keinen Kurzschluss. Oeffnung und Schließung des Stromes wurden durch einen in den Stromkreis eingeschalteten Contactschlüssel bewirkt.

Für die Prüfung der Geschmacksempfindlichkeit der erwähnten Mundtheile benutzten wir starke Lösungen von Rohrzucker, Kochsalz, Salzsäure und Quassin, die mittelst passender Pinsel und Wattebäuschchen aufgetragen wurden. Hierbei waren aber weitere Vorsichtsmaafsregeln nöthig, die im Zusammenhang mit den Versuchsergebnissen unten beschrieben sind.

Außer dieser Methode benutzten wir die zuerst von

¹ F. KIESOW, Zur Psychophysiologie der Mundhöhle. *Philos. Stud.* 14, 583.

E. NEUMANN¹ und kürzlich auch wieder von R. ZANDER² mit Erfolg für diesen Zweck angewandte elektrische Reizung. Die beiden Elektroden wurden isolirt durch ein 16 cm langes Glasrohr gezogen und endeten bei einer sehr geringen Entfernung von einander in kleinen angeschmolzenen Knöpfchen. Wir benutzten wie NEUMANN einen constanten Strom, der die Tast- und Schmerzapparate der Mundschleimhaut beim Oeffnen und Schliessen nicht erregte, wohl aber den eigenartigen elektrischen Geschmack an den Geschmackspapillen deutlich hervortreten liefs. Durch leises Hin- und Herbewegen der Elektroden auf den Schmeckflächen tritt der Geschmack, wie schon NEUMANN angegeben hat, noch deutlicher hervor.

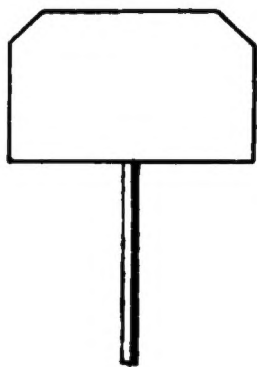


Fig. 1.

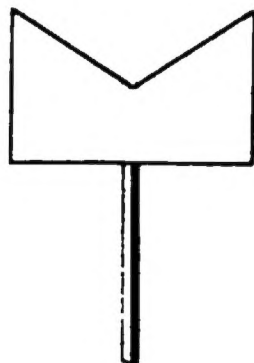


Fig. 2.

Für die Untersuchung der Raumwahrnehmung benutzten wir Carton- und Papierstückchen, die ebenfalls einem Virginiahalm aufgeklebt waren. Die Stückchen waren für die Wahrnehmung von Linien am freien Ende glatt abgeschnitten, für die Schätzung auf Punktdistanzen eingekerbt. (Siehe die Figuren 1 und 2.) Von jeder Art hatten wir eine grössere Serie angefertigt.³

¹ E. NEUMANN, Die Elektrizität als Mittel zur Untersuchung des Geschmackssinnes im gesunden und kranken Zustande etc. *Königsberger med. Jahrb.* 4, 1—22. 1864. Citirt nach v. VINTSCHGAU, HERMANN'S Handbuch der Physiologie III, 2, S. 153.

² R. ZANDER, Ueber das Verbreitungsgebiet der Gefühls- und Geschmacksnerven in der Zungenschleimhaut. *Anatomischer Anzeiger* 14, 131. 1898.

³ Ueber das bei Untersuchungen über Raumwahrnehmungen ziemlich gute Dienste leistende Princip, mit Carton und Papierstreifen, deren Reizwerthe meßbar sind, zu arbeiten, werde ich später ausführlicher berichten.

Die Kitzelempfindungen wurden durch Streichen mit Haarpinseln, Wattebäuschchen und Glasstäben hervorzurufen gesucht.

Die weitere Versuchsanordnung war so getroffen, daß die Versuchsperson bequem auf einem Stuhle saß und angewiesen war, mit der Hand ein Zeichen zu geben, sobald eine Sensation erfolgte. Nachdem der Mund wieder geschlossen war, wurde das Urtheil abgegeben und notirt.

Ausdrücklich hervorgehoben sei noch, daß wir besonders für die bei den thermischen Reizungen erhaltenen Resultate nicht die Gültigkeit absoluter Werthe beanspruchen und uns wohl bewußt sind, mit diesen Messungen keine Exactheit im absoluten Sinne befolgt zu haben. Da es uns mehr auf die Feststellung der Thatsachen an sich und auf ein ungefähres Maas der Empfindlichkeit ankam, so haben wir uns angesichts der noch zu überwindenden technischen Schwierigkeiten mit diesen relativen Werthen begnügt. Bemerkt sei noch, daß empirisch ermittelte Verlustwerthe bei diesen Messungen in Abzug gebracht wurden. — Bis zu einem gewissen Grade gilt das Vorstehende auch für die übrigen Werthangaben. Unser Hauptzweck war auch hier, zu einer allgemeinen Orientirung zu gelangen und möglichst getreue Annäherungswerthe zu erhalten.

Wir begannen die Untersuchung mit der Prüfung der genannten Mundtheile auf ihre Tastempfindlichkeit mittelst des faradischen Stroms. Applicirt man die Drahtelektrode auf die Tast- und Haarpunkte der Körperhaut oder auf die übrigen Theile des Mundraums, so erhält man die mehrfach beschriebene intermittirende, von Anderen als schwirrend bezeichnete Tastempfindung. Diese Empfindung ist für die äußere Körperhaut und die übrigen Mundtheile (Zunge, Lippen, Wangenschleimhaut, harter und weicher Gaumen, Zahnfleisch) so charakteristisch, daß sie hier niemals ausbleibt. Die Methode dürfte daher ein gutes Mittel abgeben, diejenigen Körpertheile zu bestimmen, welche tastempfindlich sind. Auf den in Rede stehenden Mundtheilen fanden wir nun Verhältnisse, die von den bisher bekannten zum Theil abweichen. Unsere Versuche zeigten, daß die intermittirende Tastempfindung auf den Tonsillen, der Mitte der hinteren und der Mitte der vorderen Gaumenbögen ausblieb, auch wenn die Stromintensität unter den an-

gegebenen Bedingungen bis zu einem sehr hohen Grade gesteigert wurde. Bei sehr intensiven Reizen treten aber so starke, von unangenehmem Gefühlston begleitete Contractions- und Reflexempfindung auf und außerdem mehrt sich die Speichelsecretion in solchem Maasse, daß der Versuch nicht mehr rein bleibt. Da der Reiz durch den Speichel überhaupt leicht nach mit Tastorganen versehenen Stellen hin fortgeleitet wird, so braucht kaum hervorgehoben zu werden, daß dieser Factor bei den Versuchen in Rücksicht gezogen wurde. Wir haben vor jedem Versuche den Mund gründlich spülen lassen und außerdem die zu untersuchenden Theile und ihre Umgebung mit Watte abgetrocknet.

An den erwähnten Stellen der beiden Gaumenbögen traten nun freilich bei einer Stromintensität von ca. 600—900 Einheiten und an den Tonsillen bei einer solchen von ca. 700—800 Einheiten bereits schwache Empfindungen auf, aber diese waren nicht Tastempfindungen, sondern schlossen, wie weiter unten beschrieben ist, bereits die Schmerzqualität in sich. Die Empfindungen sind stichartig und auf diesen Flächen punktförmig vertheilt. In diesen Punkten wird man daher Schmerzpunkte anzuerkennen haben. Ebenso dürften wir nach den dargelegten Erfahrungen zu dem Schlusse berechtigt sein, daß eigentliche Tastorgane auf den angegebenen Flächen nicht vorhanden sind. Bemerkt sei aber schon hier, daß das Aufsetzen der Elektrode an den genannten Stellen oftmals als schwacher und vager Tasteindruck empfunden wird. Wir kommen auf diese Erscheinung unten zurück. Die Beobachtungen wurden an mehreren Versuchspersonen mit stets gleichem Erfolge angestellt.

Abweichend von diesen Befunden verhielten sich die oberen und unteren Enden der vorderen Gaumenbögen. Hier gaben mehrere Versuchspersonen bei intensiven Reizen von 2000—3000 Einheiten und darüber an, daß sie ein schwaches Schwirren beobachteten. Wir haben dieser Erscheinung viel Aufmerksamkeit geschenkt, haben aber nicht mit absoluter Sicherheit ermitteln können, ob es sich hier um directe Reizung von Tastorganen handelt, die auf diesen Stellen selbst vertreten sein könnten, oder um Ausbreitung des Stromes nach dem weichen Gaumen und der Zunge hin. Ist das erstere auch wahrscheinlich (s. Note 2 auf S. 389), so dürfte doch auch die letztere Anschauung nicht ohne Weiteres von der Hand zu weisen sein.

Abgesehen davon, daß die Mundflüssigkeit leitet, steht der vordere Gaumenbogen durch den M. palato-glossus (Fortsetzung des M. transversus linguae) sowohl mit der Zunge als auch mit dem Gaumensegel in Verbindung und ebenso finden sich hier gleichfalls Nervenfasern aus dem Trigeminus. Die Leitung durch die Mundflüssigkeit haben wir, wie bereits bemerkt, durch Abtrocknen thunlichst zu beseitigen gesucht, aber es bleibt dann immer noch eine Leitung durch die Muskel- oder die Nervenfasern nach den sehr nahe liegenden Tastflächen hin möglich. Durch Contraction des Muskels, die bei dieser Reizung stark hervortritt, wird das Gaumensegel nach abwärts gezogen und sodann hat v. FREY in hohem Grade wahrscheinlich gemacht, daß durch den elektrischen Reiz nicht direct die Endorgane, sondern vielmehr die zuführenden Nerven getroffen werden.¹ Diese Vorstellung haben auch wir bei den vorliegenden Beobachtungen vielfach bestätigen können. Man merkt oft deutlich, wie der Reiz sich unter der Haut fortpflanzt. Die Leitung durch die Muskel- und Nervensubstanz nach Zunge und Gaumen, Gebilde, die mit Tastorganen versehen sind, dürfte somit nicht ausgeschlossen sein, zumal die Stromintensität zur Hervorrufung dieser Erscheinung beträchtlich ist und die Empfindung andererseits schwach bleibt. Dazu kommt, daß auch auf der äußeren Körperhaut ganz ähnliche Erscheinungen durch Ausstrahlung des Reizes hervorgerufen werden können.

Trotzdem haben wir diese Frage unentschieden gelassen. Wir kommen nochmals darauf zurück. Was aber als sicher aus unseren Versuchen hervorging, ist dies, daß wenn hier Tastorgane vorkommen, sie hier nur in minimaler Anzahl vorhanden sein können und schwer zu treffen sind. Unmöglich ist auch nicht, daß hier individuelle Differenzen vorkommen.

Die hinteren Gaumenbögen wurden aus leicht ersichtlichen Gründen nur an ihrem medialen Rande untersucht, ihre oberen und unteren Enden blieben der möglichen Fehlerquellen wegen von der elektrischen Prüfung ausgeschlossen.²

¹ M. von FREY, Beiträge z. Phys. d. Schmerzsinnes. *Leipziger Berichte* 1894, 2. Mittheil., S. 292.

² Zu einer endgültigen Beantwortung dieser und anderer Fragen wird vielleicht eine histologische Bearbeitung der Gebilde führen, die einer meiner Schüler auf meinen Wunsch unternommen hat und über die er später selbst berichten wird. Wie mir Herr Prof. v. FREY schreibt, den

Am oberen Theile der Uvula wurde von den meisten, am obersten von allen Versuchspersonen Schwirren angegeben, der untere drüsige Theil des Organs scheint ebenso individuellen Differenzen zu unterliegen. Bei KIESOW ist der untere Theil für Tast- und Schmerzreize völlig unempfindlich.

Um einen näheren Einblick in diese Verhältnisse zu gewinnen, haben wir sie messend weiter verfolgt und mit der Empfindlichkeit anderer Mundtheile zu vergleichen gesucht. Diese wie alle anderen Messungen wurden vorzugsweise an KIESOW angestellt. Für einige Controlversuche leisteten uns die Herren DDr. CUSHING, und N., sowie Herr stud. med. FONTANA u. A. ihre Hülfe. Letzterer ist uns außerdem beim Experimentiren vielfach behülflich gewesen. Wir versäumen nicht, diesen Herren, wie allen anderen Personen, die uns behülflich waren, auch an dieser Stelle unseren besten Dank für ihre Theilnahme an den Versuchen auszusprechen.

Wir stellen in den nachfolgenden Tabellen die Werthe zusammen, die an KIESOW als Tast- und Schmerzschwellen gefunden wurden. Diejenigen der übrigen Herren wichen nicht erheblich von diesen ab.

I. Intermittirende Tastempfindung.

Zungenspitze:	25 Einheiten	
Harter Gaumen:	25—30	"
Mitte der Zunge:	ca. 100	"
Mundwinkel:	ca. 100	"
Weicher Gaumen:	ca. 800	"
Uvula:	ca. 1250	"
Oberes Ende des vorderen Gaumenbogens:	ca. 2500	"
Unteres Ende des vorderen Gaumenbogens:	ca. 2000	"

II. Schmerzempfindung.

Zungenspitze:	100—200 Einheiten	
Harter Gaumen:	50—100	"
Mundwinkel:	300—400	"

ich um Nachprüfung dieser physiologisch schwer festzustellenden Thatsache bat, konnte auch er an sich selbst gegen den oberen Rand und zwar sowohl des vorderen wie des hinteren Bogens durch faradische Reizung beliebiger Frequenz und ohne Muskelreizung vereinzelte isolirte Tastpunkte nachweisen.

KIESOW.

Mitte der Zunge:	ca. 500 Einheiten	
Weicher Gaumen:	ca. 500—600	"
Vorderer Gaumenpfeiler, oben:	ca. 600	"
Vorderer Gaumenpfeiler, Mitte:	ca. 900	"
Hint. Gaumenpfeiler, Mitte:	ca. 600—700	"
Oberer Theil der Uvula:	ca. 600—700	"
Tonsillen:	ca. 700—800	"

Es sei nochmals hervorgehoben, daß diese Werthe nur Annäherungswerthe sein können. Sie sind die niedrigsten, die gefunden wurden und dürften somit für die empfindlichsten Punkte des jeweils untersuchten Körpertheils gelten. Da diese Punkte auf den vorderen Mundtheilen besser auffindbar sind als an den hinteren, so kann der Vergleich zwischen beiden im absoluten Sinne keine Exactheit beanspruchen. Dennoch dürften die Angaben nicht ohne Werth sein, da sie ein ungefähres Verhältniß der Empfindlichkeit der einzelnen Mundtheile deutlich erkennen lassen. Sehr schwer bestimmbar ist die Schwelle für die intermittirende Tastempfindung an der Zungenspitze, sofern, wie KIESOW bereits in einer anderen Arbeit hervorgehoben hat¹, das Organ selbst fortwährend Bewegungen ausführt und diese Empfindung auch ohne Stromdurchgang so leicht vorgetäuscht werden kann. Man kommt hier aber zum Ziele, wenn man den inducirten Strom, während die Elektrode bei minimalster Intensität der Zungenspitze anliegt, öffnet und schließt. Auf diese Weise wurde der oben angegebene Werth gefunden. Kaum verschieden von der Empfindlichkeit der Zungenspitze ist die des harten Gaumens, besonders am hinteren Rande, wo er in den weichen Gaumen übergeht. In der Schmerzempfindlichkeit übertrifft der harte Gaumen noch die Zungenspitze. Die letztere hat aber durch ihre große Beweglichkeit für die Auffassung von Reizgrößen Vorthelle vor allen anderen Organen. Im Uebrigen bedürfen die vorstehenden Tabellen keiner weiteren Interpretation. Es geht aus denselben deutlich hervor, daß die vorderen Mundtheile sowohl für Tast- als für Schmerzreize bedeutend empfindlicher sind als die hinteren. Was die letzteren betrifft, so ist der hintere Gaumenpfeiler in seinem mittleren Theile schmerzempfindlicher als der vordere und ebenso ist dieser hier etwas weniger empfindlich als die Tonsillen. Bei ihrem Uebergange in

¹ F. KIESOW. Zur Psychophysiologie der Mundhöhle. *Philos. Stud.* 14.

den weichen Gaumen, nehmen die Gaumenbögen allmählich die Empfindlichkeit dieses Mundtheiles an.

Bevor der Schmerz erscheint und noch etwas über diesen Punkt hinaus, hatten einige Versuchspersonen namentlich auf den Gaumenpfeilern den Eindruck, als ob ein auf den Körpertheil ausgeübter Druck anwachse und sich in die Tiefe fortpflanze. Diese Erscheinung wird vielleicht durch die Zunahme der erwähnten Contractionsempfindung vorgetäuscht.

Eigenthümlich ist ferner die Thatsache, daß die Grenze bis zur Unerträglichkeit des Schmerzes auf den einzelnen Theilen der Mundhöhle verschieden ist. Man erträgt den Schmerz auf den hinteren Mundtheilen länger als auf den vorderen und auf den Tonsillen z. B. wieder weit länger als auf den Gaumenpfeilern und dem weichen Gaumen. KIESOW gewann schon in einer früheren Arbeit über die Empfindlichkeit des Mundraums „den Eindruck, daß, von inneren Organen abgesehen, die Wangenschleimhaut wie die hinteren Theile des Mundraumes mit Einschluss der hinteren Zungenhälfte von allen Körpertheilen vielleicht die geringste Schmerzempfindlichkeit besitzen.“¹ Die Wangenschleimhaut besitzt außerdem, wie er zuerst fand, eine schmerzfreie Stelle.² Er bezeichnete die auf der hinteren Wangenschleimhaut auftretenden Empfindungen nicht geradezu als schmerzhaft, sondern als schmerzbetont. Es darf jedoch diesem hinzugefügt werden, daß im hinteren Mundraume die Schmerzempfindungen wie auf einzelnen Theilen, so auch auf einem und demselben Theile der Mundcavität noch wieder verschieden sind.³ Im Einzelnen ist die Analyse hier aber sehr erschwert. Die durch die erwähnten Contractionen und Reflexe, sowie durch Ausstrahlung in benachbartes Gewebe und durch elektrolytische Zersetzungen hervorgerufenen Empfindungen verschmelzen zusammen mit Temperaturempfindungen oder direct und indirect ausgelösten Geschmacksempfindungen mit der Schmerzempfindung

¹ Citirte Arbeit, S. 578.

² Ebenda. Außerdem *Philos. Stud.* 9, 510 ff.

³ Die Verallgemeinerung, welche S. ALRUTZ (*Skandin. Arch. f. Physiologic* 10, 351) aus den in meiner oben citirten Arbeit mitgetheilten Angaben gezogen hat, daß das minimum perceptibile des Schmerzes im Mundraume hoch liege, ist nicht richtig. Ich hatte diese Angabe nur für die hinteren Mundtheile gemacht. Schmerzempfindungen spielen bei der Aufnahme der Nahrung eine bedeutende Rolle.

KIESOW.

zu einem Empfindungscomplex, der dem Schmerz namentlich bei höheren Reizintensitäten eine ganz eigenartige Färbung verleiht. Der Totaleindruck ist dann meistens von einem höchst unangenehmen Gefühlseindruck begleitet. Würgbewegungen setzen der Untersuchung gewöhnlich ein Ende.

Eine weitere Erfahrung, die wir bei diesen und früheren Untersuchungen gewannen, ist die Thatsache, daß auf dem vorderen Gaumenpfeiler bei unipolarer faradischer Reizung zuweilen deutlich eine Geschmacksempfindung auftrat, die aber nicht hier, sondern nach der Zungenbasis hin localisirt ward.

Erwähnt sei ferner noch, daß die durch die elektrische Reizung erzeugte Temperaturempfindung immer eine Kaltempfindung, niemals eine Warmempfindung war. Die so hervorgerufene Kaltempfindung nahm mit anwachsender Stromstärke meistens zu.

Es wurde schon hervorgehoben, daß auf den Gaumenpfeilern und den Tonsillen das Aufsetzen der Elektrode selbst als Tasteindruck empfunden wird. Dies gilt auch für solche Stellen des vorderen Gaumenbogens, wo sicher keine Tastorgane vorhanden sein können. Diese Thatsache hat uns Anfangs überrascht, durch eine sorgfältige Prüfung glauben wir aber zu einer vollgültigen Erklärung gelangt zu sein. Die Empfindung ist immer bedeutend schwächer als an den mit Tastflächen versehenen Körperstellen, sie bleibt dazu immer vage und vor allem schlecht localisirbar. Man erkennt schlecht oder gar nicht die Reizstelle, sondern kann meistens nur im Allgemeinen angeben, ob an der rechten oder an der linken Körperseite, und ob hier am oberen oder unteren Theil der Mundcavität gereizt wurde. Um die Empfindung hervorzurufen, muß hier eine ungleich größere Kraft angewandt werden, als bei Reizung der eigentlichen Tastflächen. Dies ist leicht nachweisbar bei Benutzung von abgerundeten Glas- und Metallstäben oder von Haarpinseln und Strohhalmen, denen ein kleines Wattebäuschchen angesetzt ist. Individuelle Differenzen traten hier nur insofern auf, als manche Personen etwas intensiver zu empfinden schienen als andere, mit dem Vorbehalt jedoch, daß auch im letzteren Falle die Intensität der Empfindung weit hinter der an Tastflächen hervorzurufenden zurückblieb. In Anbetracht der vielfachen Factoren, die hier eine Rolle spielen können, ist dies auch wohl nicht auffallend. Wir arbeiteten zwar nur an Personen, bei denen die

in Rede stehenden Mundtheile anscheinend durchaus normal waren, aber es dürfte doch daran zu erinnern sein, daß leichtere Insulte, denen gerade die hinteren Mundtheile vielfach ausgesetzt sind, auch wenn sie anscheinend spurlos verlaufen, auf die feinere Empfindlichkeit dieser Körpertheile von nachhaltigem Einflusse bleiben können. Dazu kommt, daß auch die Form dieser Körpertheile mannigfach variirt und daher die Application des Reizes in einem Falle leichter ist als im anderen.

Nach allen von uns gewonnenen Erfahrungen kamen wir zu der sicheren Ueberzeugung, daß es sich bei dieser schwachen und ihrer Qualität nach immer mehr vage bleibenden Tastempfindung, wenn auch, wie nach v. FREY's Angabe sehr wahrscheinlich ist, an den oberen Enden der vorderen Gaumenbögen wenige Tastorgane in Frage kommen, doch besonders um Ausbreitung des Reizes nach den Tastflächen hin oder vielleicht auch um Muskelempfindungen handelt. Letzteres gilt natürlich nur für die Gaumenpfeiler. Schon bei nicht sehr starken Reizen sieht man das Ausweichen dieser Gebilde nach hinten, wendet man stärkere Reize an, so treten Contractionen und Reflexe auf. Nimmt man nicht abgerundete Reizstäbe, wie etwa Virginiahalm, denen kein Wattebüschchen aufgesetzt ist, so wird die Empfindung schon bei mäßigem Drücken schmerzhaft.

Diese durch Contraction und Ausbreitung hervorgerufenen Empfindungen beobachtet man gut, wenn man mit Inductionsschlägen reizt, die nicht so schnell aufeinander folgen, daß Tetanus eintreten kann. Wir haben hierüber einige Versuchsreihen angestellt und theilen im Folgenden eine solche mit, die an KIESOW bei 6 Inductionsschlägen in der Secunde gewonnen wurde. Wir benutzten für diesen Zweck KRONECKER's Unterbrechungshammer, der mit dem erwähnten Inductorium verbunden wurde. Im Uebrigen waren die Bedingungen die gleichen, unter denen die oben mitgetheilten Werthe gefunden wurden.

Vorderer Gaumenbogen, Mitte:

2500	Einheiten	—	Schmerzhaft, kein Zucken.
3000	"	—	Ebenso.
3250	"	—	Schmerzhaft. Stöße. Die Empfindung ist bei den Stößen tastartig schmerzhaft.

Vorderer Gaumenbogen, oberes Ende:

2500	Einheiten	—	Schmerzhaft, kein Stoß.
3000	"	—	Ebenso.

250 Einheiten — Stöße tastartig schmerzhaft. Der Reiz breitet sich bis zur Uvula aus, die in Contractionen den Intermissionen des Reizes folgt.

Vorderer Gaumenbogen, hart am weichen Gaumen:

250 Einheiten — Kalt und stichtartig.

300 " — Leise stichtartige Stöße.

Hinterer Gaumenbogen, Mitte:

100 Einheiten — Schmerzhaft.

125 " — Geringes Zucken.

150 " — Die Uvula folgt den Intermissionen des Reizes.

Tonsille:

250 Einheiten — Sehr leiser Stich.

300 " — Ebenso, fast nichts.

350 " — Stich ohne Stöße.

400 " — Der Versuch ist nicht mehr rein, da man die Zuckungen bereits im Arm spürt.

Diese Versuche wurden an der linken Körperseite angestellt, die an der rechten gefundenen Werthe weichen aber kaum von den vorstehenden ab. Dafs es sich hier neben der durch die Ausbreitung des Reizes und durch die Contractionen als solchen an den Tastflächen hervorgerufenen Empfindungen, wohl auch noch um wirkliche Muskelempfindungen handelt, geht aus der That-
sache hervor, dafs man den Stofs mehr in der Tiefe empfindet, nicht wie bei der intermittirenden Tastempfindung oberflächlich. Man erkennt dies auch, wenn man die Elektrode auf die äufsere Körperhaut, etwa auf die Fingerbeere, den Daumenballen oder die Rückseite der Hand applicirt. Hier merkt man deutlich den Stofs im Muskel und hat bei grofsen Intensitäten sogar oft den Eindruck, als werde ein Stofs auf den Knochen ausgeübt. Dies ist bei schnell folgenden Reizunterbrechungen anders. Hier kann an den Tastflächen, wie z. B. an der inneren Wange bei hohen Intensitätsgraden ein hochgradiger Tetanus hervorgerufen werden, trotzdem aber folgt die Empfindung den Intermissionen des Reizes.

Die beträchtliche Differenz der Stromintensität, welche nöthig ist, um bei dieser Reizung die Uvula in Mitleidenschaft zu ziehen, erklärt sich hinreichend aus der ungleichen musculären Verbindung der Gaumenpfeiler mit diesem Organ.

An der Uvula kann man mit stärkeren mechanischen Reizen nur auf der oberen Hälfte arbeiten, die Spitze weicht dem Reize zu leicht aus, als daß man hier zu irgend einem sicheren Ergebniss kommen könnte. Am oberen Theile wird der Reiz meist als Tasteindruck empfunden und dann ungleich deutlicher und klarer als an den vorstehend erwähnten Theilen. Daß es sich hier um directe Reizung von Tastorganen handelt oder wenigstens um eine leichtmögliche Ausbreitung nach solchen hin, bedarf keines weiteren Beweises.

Nach Feststellung dieser Verhältnisse haben wir die in Rede stehenden Körperstellen auf ihre Empfindlichkeit für punktförmige Reize geprüft, die in der oben angegebenen Weise hergestellt wurden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind für die Gaumenbögen und Tonsillen im Ganzen die folgenden:

Ist man durch allmähliche Verkürzung des Reizhaares bis zu dem Punkt gelangt, wo eben eine Empfindung auftritt, so ist diese sehr schwach und ihrer Qualität nach nicht gut zu definiren. Sie wird als vage, schwache, unbestimmte Tastempfindung bezeichnet, es wird aber dabei angegeben, daß sie sich von der, die man auf Tastpunkten erhält, unterscheidet. Die Empfindung verschwindet auch fast sogleich nach der Reizung, auch wenn diese andauert, wie dies bei schwacher Reizung der Tastpunkte geschieht. Verstärkt man den Reiz allmählich, so wird die Empfindung stichartig, ohne aber ausgesprochen schmerzhaft zu sein. Man findet jedoch Punkte, bei deren Reizung die stichartige Empfindung erst eintritt, wenn man den Reiz kurze Zeit andauern läßt, und andere, bei denen sie fast gleichzeitig mit der Reizung einsetzt. Im ersten Falle ist die Empfindung Anfangs schwach und vage und wird dann fast plötzlich stichartig. Diese stichartige Empfindung könnte man schmerzbetont nennen. Sie schließt zweifellos die Schmerzqualität bereits in sich, ohne daß der Schmerz klar ausgesprochen ist. Italienische Beobachter pflegen hier anzugeben: „*Punge un po, ma non fa ancora male.*“ Bei der gleichen Reizintensität findet man ferner Punkte, auf denen die stichartige Empfindung fast gleichzeitig mit der Abnahme des äußeren Reizes verschwindet und andere, auf denen sie mehr oder weniger lange Zeit andauert. Verstärkt man den Reiz in der erwähnten Weise gradweise weiter, so verringert sich die Latenzzeit bis zum Auftreten der stichartigen Empfindung und zugleich nimmt diese

in immer ausgesprochenerer Weise die Schmerzqualität an. Ebenso vermehrt sich die Anzahl der Punkte. Weitere Verstärkungen des Reizes führen dann zu immer intensiveren und nachdauernden stichtartigen Schmerzempfindungen und nur zu solchen, bis auf noch höheren Reizstufen der Versuch in Folge der bereits hervorgehobenen Störungen nicht mehr rein bleibt.

Zu beachten ist hier besonders, daß das Reizhaar nicht gleiten und bei der Biegung nicht Tastflächen wie Zunge und Wangenschleimhaut streifen darf. Die Körpertheile müssen wirklich punktartig getroffen werden, was nicht immer leicht ist und von Seiten der Versuchspersonen eine große Hingabe an den Versuch erfordert.

Es resultirte weiter aus unseren Versuchen, daß auch an den Gaumenbögen die einzelnen Abschnitte dieser Mundtheile noch wieder von verschiedener Empfindlichkeit sind.

Das sind die allgemeinen Resultate, zu denen uns die Untersuchung führte. Wir haben dann versucht (und zwar auch am oberen Theile des hinteren Gaumenbogens), einige genauere Angaben zu erhalten, die wir in den nachstehenden Tabellen übersichtlich zusammenstellen:

Für die erste Phase der Empfindung, wie sie oben beschrieben wurde, ergaben sich an den rechten Mundtheilen bei KIESOW rund die folgenden Werthe:

	Quer- schnitt d. Haares	Mittl. Radius	Kraft	Spannung	Druck
	mm ²	mm	gr	gr./mm	gr./mm ²
Vord. Gaumenbogen, oben:	0,04	0,11	0,45	4	11
Vord. Gaumenbogen, Mitte:	0,038	0,11	0,85	8	22
Hint. Gaumenbogen, oben:	0,041	0,11	0,28	3	7
Hint. Gaumenbogen, Mitte:	0,04	0,11	0,64	6	16
Tonsille:	0,035	0,11	1,05	10	30

Bei den in der folgenden Tabelle zusammengestellten Werthen zeigen die Stiche bereits die Schmerzqualität. Der Schmerz ist aber, obwohl ausgesprochen, doch erträglich.

	Quer- schnitt	Mittl. Rad.	Kraft	Spannung	Druck
	mm ²	mm	gr	gr/mm	gr/mm ²
Vord. Gaumenbogen, oben:	0,035	0,11	1,56	14	45
Vord. Gaumenbogen, Mitte:	0,025	0,088	2,00	23	80
Hint. Gaumenbogen, oben:	0,035	0,11	0,9	8	26
Hint. Gaumenbogen, Mitte:	0,028	0,10	1,41	14	50
Tonsille:	0,029	0,10	1,71	17	59

Nach Aufnahme dieser Versuchsreihen wurden für die erste Empfindungsphase am mittleren Theile des rechten vorderen Gaumenbogens an Herrn FONTANA, sowie an dem fünfzehnjährigen Hülfssdiener unseres Instituts, MICHELE GIORDANO, einige Controlversuche mit verschiedenen Reizhaaren angestellt. Diese Versuche ergaben für Herrn FONTANA folgende Werthe:

Querschnitt des Haares	Mittl. Radius	Kraft	Spannung	Druck
mm ²	mm	gr	gr/mm	gr/mm ²
0,030	0,10	0,66	7	22
0,04	0,11	0,76	7	19
0,04	0,11	0,95	9	24

Bei dem letzten Reizwerthe wurde die Angabe hinzugefügt: *Appena, appena pungente!*

An MICHELE GIORDANO liessen sich für jene Empfindungsphase folgende Reizgrößen bestimmen:

Querschnitt	Mittl. Radius	Kraft	Spannung	Druck
mm ²	mm	gr	gr/mm	gr/mm ²
0,035	0,10	0,5	5	14
0,044	0,12	0,58	5	13

In Anbetracht der individuellen Unterschiede, die sich überall finden, dürfte eine grössere Uebereinstimmung der Reizwerthe kaum zu erzielen sein. Die niedrigeren Werthe im letzteren Falle erklären sich wohl zum Theil aus dem jüngeren Alter der Versuchsperson. Dann kommt aber dazu, daß der Reiz bei ihr besonders leicht applicirt werden konnte, da die Zunge nur leise niedergehalten zu werden brauchte.

Was die Interpretation der vorstehenden Werthe betrifft, so steigt hier wiederum die Frage auf, was für Hautorgane gereizt wurden, ob Tast- oder Schmerzapparate. Soweit die Tonsillen und die Mitte der Vorderseite der Gaumenbögen in Betracht

kommen, glauben wir auch durch die vorstehend mitgetheilten Ergebnisse zu der Annahme berechtigt zu sein, daß es sich hier ausschliesslich um Reizung von Schmerzapparaten handelt. Der Charakter der auftretenden Empfindung wie besonders die hohen Reizschwellen weisen durchaus hierauf hin. Nicht mit Bestimmtheit läßt sich sagen, ob die auf den oberen Enden des vorderen und hinteren Gaumenbogens bei KIESOW gefundenen Werthe sich auf directe oder indirecte Reizung von Tast- oder von Schmerzpunkten beziehen. Die Werthe entsprechen freilich den maximalen Reizschwellen weniger Tastpunkte der äusseren Körperhaut, andererseits aber weist die bei stärkeren Reizen auftretende Empfindungsqualität auf eine directe oder indirecte Reizung von Schmerzapparaten hin. Die Empfindung ist dann immer schmerzhaft. Sollten hier somit, was die histologische Untersuchung ergeben muß und nach v. FREY wahrscheinlich ist, auch Tastapparate vorhanden sein, so dürfte ihre Zahl auch nach diesen Ergebnissen nur sehr gering sein und sie dürften ebenso bei mechanischer Erregung schwer zu treffen sein. Wie dem auch sein möge, so geht aus unseren Untersuchungen bereits so viel hervor, daß die Mundhöhle neben Stellen, die wohl tast-, aber nicht schmerzempfindlich sind, auch solche Gebilde besitzt, die bei erhaltener Schmerzempfindlichkeit umgekehrt keine Tastempfindlichkeit besitzen. Es dürften hier somit zum Theil wenigstens analoge Verhältnisse vorliegen, wie v. FREY für die Conjunctiva bulbis und die Cornea feststellen konnte.¹

Gehen wir auf v. FREY's Untersuchungen etwas näher ein, so wäre hervorzuheben, daß es nach seinen außerordentlich gründlichen und bahnbrechenden Arbeiten kaum noch als zweifelhaft angesehen werden kann, daß die Schmerzempfindungen der Hautoberfläche von specifisch adaptirten Organen ausgelöst werden. Diese Schmerzorgane der Hautoberfläche sind nach v. FREY die in die Interzellulärräume der Epidermis aufsteigenden freien Nervenendigungen, und ihre Erregung geschieht nicht durch directe Wirkung des mechanischen Reizes,

¹ M. v. FREY, Beiträge zur Physiologie des Schmerzsinner. *Leipziger Berichte, Sitzung vom 2. Juli 1894*, S. 192.

Derselbe, Untersuchungen über die Sinnesfunctionen der menschlichen Haut. *Leipz. Abhandl.* 23 (3), 250.

sondern, wie v. FREY in hohem Maasse wahrscheinlich macht, durch einen chemischen Zwischenproceß, indem die in diesen Räumen vorhandene Flüssigkeit ihre Zusammensetzung ändert und so auf das Nervenende wirkt. Auf diese Weise erklärt sich nach ihm sowohl die Latenzzeit und das baldige Verschwinden der Empfindung bei schwächsten Reizen, als auch ihre Continuität bei stärkeren Deformationen. Uns erscheint die durch v. FREY auf Grund seiner Erfahrungen aufgestellte Theorie von allen bisher aufgestellten die plausibelste.

v. FREY hat dann weiter gezeigt, daß die Messung der Schmerzempfindung in Drücken, nicht in Spannungseinheiten zu geschehen hat. Letztere geben die Reizwerthe für die Erregung der Tastorgane ab. Auch diese stellen, wie v. FREY zuerst dargethan hat und wie durch ihn und KIESOW¹ noch wahrscheinlicher gemacht wurde, nicht eine Vorrichtung dar, durch welche der äußere Druck als solcher auf den Nerven übertragen wird, sondern es handelt sich hier um eine Erregung, die durch eine in dem Tastorgan vor sich gehende Störung des chemischen Gleichgewichts zu Stande kommt.

Wir haben in den Tabellen neben den Constanten der Reizhaare beide Werthe vergleichsweise zusammengestellt. Da es sich hier aber, wie oben gezeigt wurde, auf der Mitte der Gaumenbögen zweifelsohne um die Erregung von Schmerzorganen handelt, so dürften hier nur die in Drücken angegebenen Werthe in Betracht zu ziehen sein. Wollte man die an diesem Theile der Gaumenbögen gefundenen Spannungswerthe als die eigentlich verwerthbaren ansehen, so würden diese Werthe im Vergleich zu denen, die an den eigentlichen Tastflächen gefunden werden, zu hoch sein. Es ist wenigstens gar kein Grund vorhanden, warum die Tastorgane hier plötzlich eine so hohe Schwelle haben sollten. v. FREY fand die mittlere Schwelle des Tastpunktes auf der Wade = 1,44 gr/mm, am Handgelenk = 1,28 gr/mm², KIESOW² fand diese auf den einzelnen Körpertheilen innerhalb der Grenzen von 1,02—1,93 gr/mm variiren; und unter denselben Bedingungen, wie die Werthe

¹ M. v. FREY und F. KIESOW, Ueber die Function der Tastkörperchen. *Diese Zeitschrift* 20.

² M. v. FREY, Cit. Arbeit 233, 235.

³ F. KIESOW, Contributo alla psico-fisiologia del senso tattile. *Giornale della R. Accademia di Medicina di Torino* 6. 1900.

an den in Rede stehenden Körperstellen gefunden wurden, konnte er an den Fingerbeeren, den behaarten Stellen der Vorderseite des linken Unterarms und der Wangenschleimhaut Werthe bestimmen, die innerhalb der Grenzen von 0,5—1 gr/mm liegen. Diesem kann noch hinzugefügt werden, daß KIESOW bei neueren Untersuchungen am harten Gaumen unter gleichen Bedingungen den Spannungswerth von 0,5 gr/mm noch überschwellig fand und daß er am weichen Gaumen und dem oberen Ende der Uvula Tastwerthe von 0,5—0,75, resp. 1,5 gr/mm bestimmen konnte. Es ist somit (von Ausnahmen wie Zungenspitze und Lippenroth abgesehen) sehr wahrscheinlich, daß die mittlere Schwelle für die Tastorgane innerhalb gewisser Grenzen constant bleibt und es ist nicht gut einzusehen, warum hier eine Ausnahme von der Regel vorliegen sollte. Diese Angaben nehmen wir somit als Reizwerthe für die Schmerzapparate in Anspruch. Diese variiren auf der Körperoberfläche in weit höherem Grade als die Tastwerthe, und die von uns gefundenen fallen durchaus in die Grenzen hinein, innerhalb deren sich die Reizschwellen für die Schmerzpunkte nach v. FREY bewegen.¹ Die äußersten Grenzen sind nach ihm 0,2 gr/mm² für die Cornea und 300 gr/mm² für die Fingerspitzen, die mittleren Werthe bewegen sich zwischen den Grenzen von 10 gr/mm² (Augenlider) und 50 gr/mm² (Fußrücken). Unser Ideal wäre gewesen, die Untersuchung in gleich gründlicher Weise durchzuführen, wie dies von ihm an der Conjunctiva seines rechten Auges geschehen ist. Wir mußten aber bald einsehen, daß dies eine Sache der Unmöglichkeit war. Das Offenhalten des Mundes, das Niederhalten der Zunge, die Schwierigkeit der Reizapplication, die Unmöglichkeit, die Punkte zu fixiren und sicher wieder zu treffen, sie in ein Kartennetz einzutragen und manche anderen Umstände zwangen uns zu der Nothwendigkeit, uns mit der Feststellung der Verhältnisse im Allgemeinen zu begnügen.

Ein Vergleich dieser Angaben unter einander führt mit Bezug auf die Empfindlichkeit dieser Theile zu denselben Ergebnissen, die wir oben bei Besprechung der elektrischen Reizung mitgetheilt haben. Diese Ergebnisse konnten auch noch

¹ M. v. FREY, *Leipz. Ber.* 3. Dec. 1894, 284.

durch Reizung mit den eingangs erwähnten zugeschliffenen Nähnadeln verificirt werden.

Gewisse Berührungspunkte dürften die vorstehenden Ausführungen auch mit den Beobachtungen haben, die GOLDSCHIEDER bei der Reizung „punktfreier Hautstellen“ machte, und die er so beschreibt¹: „An den punktfreien Hautstellen dagegen wird erst bei relativ stärkeren punktförmigen Berührungsreizen ein Berührungsgefühl hervorgebracht; dasselbe ist nicht scharf und distinct ausgeprägt wie bei den Druckpunkten, sondern stumpf, pelzig, unbestimmt. Es geht bei Verstärkung des Reizes über in ein stechendes oder besser stichähnliches, aber nicht schmerzhaftes Gefühl, d. h. in eine Empfindung, welche punktförmig, dabei dünn und matt in ihrem Ausdruck ist und — wenn sie auch quantitative Unterschiede in sich wohl erkennen läßt, doch ein unmittelbares, objectivirendes Wahrnehmen der aufgewendeten Druckstärke nicht gestattet. Dieses Gefühl geht weiterhin über in ein schmerzhaft stechendes, welches durchdringend, lancinirend und, meist im Moment des Entstehens am stärksten ist, um trotz Fortdauer des Reizes schnell zu erlöschen und im Allgemeinen einen schwächeren Eindruck auf das Sensorium ausübt, als die schmerzhaft Erregung eines Druckpunktes etc.“ Wir finden hier Berührungspunkte, obwohl sich unsere Beobachtungen nach anderen Seiten hin unterscheiden. Die Empfindung entwickelt sich und ist bei stärkeren Reizen auch nach dem Aufhören der letzteren oft lange Zeit andauernd. Im Uebrigen können wir, wie aus dem Vorstehenden bereits erhellt, auf Grund unserer Erfahrungen nur v. FREY zustimmen, der die Schmerzpunkte der Haut wohl „nach dem Vorgange GOLDSCHIEDER's, aber nicht in seinem Sinne“ als solche bezeichnete.

Es erübrigt noch, auf jene auf der Mitte der Gaumenbögen bei schwächsten Deformationen auftretende und als vage, unbestimmte, aber im Ganzen doch als Tasteindruck bezeichnete Empfindung einzugehen. Für uns liegt es außer allem Zweifel, daß diese Sensation nichts Anderes ist, als eine Vorstufe der Schmerzempfindung und daß sie nicht als eigentliche Tastqualität classificirt werden darf. Wir haben es hier vielleicht mit ähnlichen Verhältnissen zu thun, wie KIESOW bei seinen

¹ A. GOLDSCHIEDER, *Gesammelte Abhandlungen* 1, 198.

Geschmacksuntersuchungen beobachten konnte. Auch bei Application gewisser Geschmacksstoffe auf die Zunge beobachtet man, bevor die Schwelle erreicht ist, das Auftreten von Empfindungen, die bereits als Geschmackseindrücke bezeichnet werden, ohne daß sie nach ihrer Qualität erkannt werden. Es könnte hier ähnlich sein. Die Erregung wäre somit vielleicht stark genug, um über die Schwelle des Bewußtseins zu treten, aber nicht stark genug, um neben ihrer Existenz auch noch eine Qualität wahrnehmen zu lassen. Dieses erste Stadium der Vorstufe der Schmerzempfindung ist, wie oben gezeigt wurde, sehr bald überschritten. Verstärkt man den Schwellenwerth nur um ein sehr Geringes, so wird die Empfindung stichartig (vergl. die an FONTANA gefundenen Werthe). Weitere und bestimmtere Angaben hierüber seien einer späteren Mittheilung vorbehalten, es sei nur noch darauf hingewiesen, daß man eine ähnliche Empfindungsqualität oftmals bei isolirt auftretenden Juckempfindungen beobachtet. Was als sicher aus unseren Versuchen hervorging, ist dieses, daß wo die beiden Empfindungen zum klaren Ausdruck kommen, sie auch bei geringsten Intensitätsgraden von einander unterschieden werden. Es ist ferner ebenso gewiß, daß die stichartige Schmerzempfindung nicht sogleich mit der vollen Unlustbetonung einsetzt, sondern daß ihre Gefühlscurve, bevor sie sich zu ausgesprochener Unlust senkt, zunächst gewisse Stadien der Indifferenz und der Schmerzbetonung durchläuft.

Schließlich sei noch erwähnt, daß auch diese Beobachtungen Beweise für die noch nicht völlig anerkannte Thatsache liefern dürften, daß der Schmerz ein Empfindungselement ist und nicht lediglich als Gefühl aufgefaßt werden kann. Die Gefühlscurve ist hier von der Empfindungscurve durchaus verschieden und hat ihre besondere Form. Eine Darstellung dieser Curve soll später mitgetheilt werden.

Bei der Untersuchung der Raumwahrnehmung der vorderen Gaumenbögen hat uns besonders Herr Dr. CUSHING seine Hülfe geliehen. Die Versuche ergaben, daß die Raumwahrnehmung hier in hohem Grade herabgesetzt, ja zum Theil so gut wie aufgehoben ist. Es wurde oben bereits ausgeführt, daß die Tasteindrücke schlecht localisirt wurden. Diesem sei hinzugefügt, daß beim Streichen der Vorderseite des Gaumenbogens mit

intensiven überschwelligen Reizen von oben nach unten und umgekehrt, wie quer von links nach rechts und umgekehrt die Richtung meistens nicht erkannt wurde. Etwas besser gelingt die Auffassung successiver punktförmiger Eindrücke, die in gleicher Weise hervorgerufen wurden, obwohl auch diese von der Versuchsperson als sehr schwierig bezeichnet und die Richtungen der Eindrücke nur ziemlich selten richtig angegeben wurden. Dem gegenüber wurde auf der Wangenschleimhaut, sowie auf dem weichen und harten Gaumen beim Bestreichen dieser Gebilde sowie bei Application successiver Eindrücke in jedem Falle die Richtung ziemlich erkannt. Es ergab sich ferner, daß, während auf der Wangenschleimhaut Punktdistanzen von 2—2,4 cm, auf dem harten Gaumen solche von 1,2—1,4 cm und auf dem Zungenrücken solche von 0,5—0,7 cm bestimmt als zwei Eindrücke erkannt wurden, auf dem Gaumenbogen Punktdistanzen von der ganzen Länge und Breite dieses Gebildes nur als ein Eindruck empfunden wurden. Dasselbe gilt von linearen Ausdehnungen. Auf der Wangenschleimhaut wurden solche von ca. 2,5 cm bereits als eben sich ausbreitend aufgefaßt. Alle diese Eindrücke wurden in der oben angegebenen Weise hervorgerufen. Diese Versuche wurden dann an mehreren Versuchspersonen wiederholt. Individuelle Unterschiede ergaben die Angaben nur insofern, als Einige bei einer Punktdistanz von der ganzen Länge des Gebildes nicht sicher angeben konnten, ob sie zwei Eindrücke oder nur einen empfangen hatten. Bei linearer Ausdehnung gaben dieselben Versuchspersonen an, nur einen Eindruck zu empfinden, daß dieser aber nicht punktförmig, sondern stumpf sei.

Für die Feststellung der Empfindlichkeit dieser Gebilde für **thermische Reize** wurden mittelst der oben beschriebenen Metallstäbe außer an KIESOW auch an Herrn Dr. N. ausgedehnte Versuchsreihen aufgenommen. Diese Reihen wurden zwei bis drei Mal wiederholt und ergaben ziemlich übereinstimmende Werthe. Wir geben im Folgenden die bei den zuletzt aufgenommenen Reihen erhaltenen Angaben ausführlich wieder:

KIESOW: Rechter vorderer Gaumenbogen.

59° C. — Im ersten Momente etwas Schmerz, der aber ertragbar ist, dann Warmempfindung.

- 56° C. — Warmempfindung.
53° C. — Sehr schwache Warmempfindung.
50° C. — Indifferente Empfindung. Dieses Stadium der Indifferenz blieb constant bis zu
34° C. — wo leichte Kühlempfindung auftrat. Auch die Zone der Kühlempfindung ist ziemlich ausgedehnt. Erst bei
27° C. — ist die Empfindung, obwohl noch schwach, doch ausgesprochen kalt.

Linker vorderer Gaumenbogen.

- 62° C. — Nicht starker Schmerz mit Warmempfindung.
59° C. — Warmempfindung.
55° C. — Merkwürdige Mischempfindung. Die paradoxe Kaltempfindung tönt heraus.
54° C. — Indifferente Empfindung. Dieses Stadium bleibt bestehen bis zu
35° C. — wo der Uebergang nach kühl zu constatiren ist. Erst bei
27–28° C. — tritt obwohl schwache, doch ausgesprochene Kälteempfindung auf.

Dr. N.: Vorderer rechter Gaumenbogen.

- 65° C. — Schmerzhafte Warmempfindung.
59° C. — Warmempfindung.
54° C. — Desgleichen.
49° C. — Schwache Warmempfindung, fast indifferent. Bei
30° C. — Kühlempfindung, erst bei
28° C. — kalt.

Linker vorderer Gaumenbogen.

- 65° C. — Sehr schmerzhafte Warmempfindung, die lange anhält
59° C. — Schmerzhafte warm.
53° C. — Ebenso.
47° C. — Warm.
43° C. — Geringe Warmempfindung.
40° C. — Indifferente Empfindung, erst bei
30° C. — kühl, erst bei
24° C. — kalt.

KIESOW: Rechter hinterer Gaumenbogen.

- 63° C. — Schwache schmerzhafte Hitzeempfindung.
57° C. — Merkwürdig, kalt gemischte Hitzeempfindung.
50° C. — Eigenartige Mischempfindung.
45° C. — Leichte eigenthümlich gefärbte Warmempfindung.
43° C. — Völlg indifferente Empfindung. Dieses Stadium der Indifferenz bleibt bis zu
34° C. — Hier giebt die Versuchsperson an: Vielleicht ein wenig kalt.
33° C. — Kalt.

Linker hinterer Gaumenbogen.

- 60° C. — Schmerzhafte Hitzeempfindung.
 58° C. — Hitzeempfindung.
 54° C. — Ebenso.
 50° C. — Schwache Warmempfindung.
 46° C. — Sehr schwache Warmempfindung.
 42° C. — Vielleicht noch schwach warm.
 40° C. — Indifferenz bis zu
 30° C. — Hier ist die Empfindung kühl, erst bei
 24° C. kalt.

Dr. N.: Rechter hinterer Gaumenbogen.

- 56° C. — Starke Wärme mit leichtem Schmerz.
 53° C. — Warmempfindung.
 50° C. — Warmempfindung.
 44° C. — Sehr geringe Wärmeempfindung. Fast indifferent. Die Empfindung bleibt indifferent bis zu
 38° C. — wo sie als kühl angegeben wird. Erst bei
 27° C. — war die Empfindung ausgesprochen kalt.

Als Annäherungswerthe dürften sich nach den vorstehenden Versuchsreihen für die einzelnen Empfindungsqualitäten folgende Schwellen zusammenstellen lassen:

Schmerzempfindung:	ca. 54—60° C.
Warmempfindung:	ca. 44—50° C.
Kühlempfindung:	ca. 30—35° C.
Kaltempfindung:	ca. 24—28° C.

An den Tonsillen war die Untersuchung der Temperaturempfindlichkeit bei diesen Versuchspersonen wegen der Kleinheit der Organe erschwert. Mit Hülfe von umgebogenen Metallstäbchen konnte im Allgemeinen festgestellt werden, daß auch diese kalt- warm- und schmerzempfindlich waren. Die Grenzwerte für die einzelnen Empfindungsqualitäten dürften nahezu mit den an den Gaumenbögen gefundenen Werthen zusammenfallen, doch ist auch der Wärmeschmerz hier längere Zeit erträglich. Es sei ferner hervorgehoben, daß auch hier die paradoxe Kälteempfindung bei flächenhaften Reizen deutlich auftritt.

Die Untersuchung der Uvula ergab bei KIESOW, daß die untere Hälfte, wie für mechanische und elektrische Tast- und Schmerzreize, so auch für Wärmereize unempfindlich war, während Kaltreize adäquat empfunden wurden. Eine an ihm

aufgenommene Versuchsreihe ergab für die untere Hälfte des Organs, die mit der Vorderseite auf dem erwähnten Instrumente ruhte, die folgenden Resultate:

- 60° C. — Eigenthümlich metallisch kalt gemischte Schmerzempfindung, die aber nicht an der Uvulaspitze, sondern nach dem Velum hin localisirt ward. (Verschmelzung der paradoxen Kalt-empfindung mit der durch Ausstrahlung nach oben hin hervorgerufenen Schmerzempfindung.)
- 57° C. — Ebenso.
- 55° C. — Im ersten Moment leichte, nach oben hin sich ausbreitende Schmerzempfindung.
- 50—49° C. — Fehlt jede Sensation. Erst bei
- 35° C. — leichte Kühlempfindung.
- 33° C. — Ebenso.
- 32—31° C. — Kalt.

Die obere Hälfte zeigte alle drei Empfindungsqualitäten. Die einzelnen Schwellenwerthe dürften annähernd die folgenden sein:

Schmerzschwelle:	ca. 55° C.
Warmschwelle:	ca. 49—50° C.
Kühlschwelle:	ca. 35° C.
Kaltschwelle:	ca. 32° C.

An Dr. N. ergaben die Prüfungen folgende Werthe:

Untere Hälfte der Uvula.

- 63° C. — Schmerzhafte Wärmeempfindung.
- 60° C. — Gemäßigte schmerzhafte Warmempfindung.
- 55° C. — Warmempfindung ohne Schmerz.
- 51° C. — Schwache Warmempfindung.
- 48° C. — Indifferente Empfindung. Dies Stadium währt bis zu
- 31° C. — wo die Empfindung als kühl bezeichnet wird. Bei
- 29° C. — ist die Empfindung kalt.

Obere Hälfte der Uvula.

- 60° C. — Starke schmerzhafte Warmempfindung.
- 58° C. — Schmerzhafte warm, heiss.
- 54° C. — Ziemlich intensiv warm.
- 50° C. — Schwach warm.
- 47° C. — Vielleicht noch etwas warm, dann ist die Empfindung indifferent bis zu
- 35° C. — wo die Kühlempfindung auftritt. Bei
- 30° C. — ist die Empfindung ausgesprochen kalt.

Fassen wir die an beiden Versuchspersonen gefundenen Werthe zusammen, so ergeben sich für die Uvula die nachstehenden Grenzwerte:

Schmerzempfindung:	ca. 55—60° C.
Warmempfindung:	ca. 47—51° C.
Kühlempfindung:	ca. 31—35° C.
Kaltempfindung:	ca. 29—31° C.

Im Allgemeinen dürften zunächst auch diese Prüfungen bestätigt haben, was schon die obigen Beobachtungen gezeigt hatten, daß die Schmerzempfindlichkeit dieser Körpertheile herabgesetzt ist. Sodann dürfte sich weiter ergeben haben, daß auch die Warmempfindlichkeit hier in beträchtlichem Maasse vermindert ist. Dieses Ergebniss stimmt durchaus mit dem überein, das aus den Untersuchungen GOLDSCHIEDER's¹ und KIESOW's über die Temperaturempfindlichkeit des Mundraumes resultirte. So hat KIESOW die Beobachtungen GOLDSCHIEDER's bestätigen können, „daß der ganze Mundraum nur eine schwache Warmempfindlichkeit besitzt.“² Auffallend ist ferner das groÙe Stadium der Indifferenz, wie das der Kühlzone. Nimmt man als Schwelle der Kaltempfindung denjenigen Punkt an, wo die Empfindung ausgesprochen kalt ist, so muß zugegeben werden, daß auch die Empfindlichkeit für Kaltreize hier herabgesetzt ist. Hervorzuheben dürfte weiter sein, daß auch die paradoxe Kälteempfindung (A. LEHMANN, v. FREY) bei flächenhafter Reizung mehrmals deutlich hervortrat. Auf diese Erscheinung, daß die von v. FREY als paradoxe Kälteempfindung bezeichnete Sensation auch bei flächenhafter Reizung hervortritt, ist bereits von KIESOW aufmerksam gemacht³ und sie ist ebenso auch von ALRUTZ gezeigt worden.⁴

Sodann sei noch bemerkt, daß die in den Tabellen als schmerzhaft Warmempfindung und Hitzeempfindung oder heiÙe Empfindung sich findenden Ausdrücke identisch sind. Wir weichen in diesem Punkte von ALRUTZ⁵ ab, der die Hitzeempfindung

¹ A. GOLDSCHIEDER, *Ges. Abhandl.* 1, 171.

² F. KIESOW, *Zur Psychophysiologie der Mundhöhle. Philos. Stud.* 14, 585.

³ *Ebenda* 585.

⁴ S. ALRUTZ, *Studien auf dem Gebiete der Temperatursinne*, II. Die Hitzeempfindung. *Skand. Arch. f. Physiologie* 10, 340 ff.

⁵ *Ebenda*.

aus der gleichzeitigen Reizung von Kalt- und Wärmeorganen entstehen läßt. Nach uns entsteht die Hitzeempfindung auch auf Hautstellen, wo die Kaltorgane fehlen und nur Wärmepunkte gefunden werden, sowie durch Ausbreitung nach Wärmeorganen hin bei thermischer Reizung von Schmerzapparaten. Die sich der Hitzeempfindung leicht beimischende paradoxe Kälteempfindung giebt der Hitzeempfindung nur eine besondere Färbung.¹

Man könnte versucht sein zu glauben, daß den in Rede stehenden Körpergebilden die Empfindlichkeit für Wärmereize ganz abgeht und daß die Warmempfindung hier in Anbetracht der hohen Reize, die man anwenden muß, nur durch Ausstrahlung nach mit specifisch adaptirten Warmorganen versehenen Theilen hin zu Stande kommt. Wir haben hierüber einige Versuche angestellt, indem wir mit der oben beschriebenen Platina-schlinge diese Körperflächen mehr punktförmig zu reizen versuchten. Wir ließen hierbei durch den Apparat einen Strom fließen, dessen Intensität auf der äußeren Körperhaut eben die Schmerzpunkte erregte und der daher einen Wärmereiz von ca. 50° C. entsprach. Dieser Reiz war niedrig genug, um auf den in Rede stehenden Gebilden keine Schmerzempfindung zu erzeugen und doch hoch genug, um einen maximalen Wärmereiz abzugeben. Mit diesem Wärmereiz ist es uns an drei Versuchspersonen nicht ein einziges Mal gelungen, an diesen Körperstellen punktförmig eine Warmempfindung hervorzurufen. Sollte somit die Warmempfindung in den oben beschriebenen Fällen auf Ausstrahlung beruhen, so wären diese Gebilde denjenigen Theilen des Mundraumes zur Seite zu stellen, denen GOLDSCHIEDER die Warmempfindung abspricht.² Es ist diese Frage aber sehr schwer zu entscheiden, da, wie KIESOW gezeigt hat, auch auf gewissen Stellen der äußeren Körperhaut die Temperaturempfindung nicht mit punktförmigen, wohl aber mit flächenhaften Reizen auslösbar ist.³ Wir müssen diese Fragen daher unentschieden lassen. Da, wie oben gezeigt wurde, die Warmempfindlichkeit hier zweifellos in hohem Grade herabgesetzt ist,

¹ Vergl. F. KIESOW, Zur Analyse der Temperaturempfindung, Besprechung und Entgegnung. *Diese Zeitschrift* 26, 231.

² A. GOLDSCHIEDER, Cit. Arbeit, 171.

³ Auf der Fingerbeere ist es kürzlich G. SOMMER gelungen, Wärmepunkte zu bestimmen. *Sitzungsber. d. Physik.-med. Ges. zu Würzburg* 1901.

so können die noch unbekannten Wärmeorgane hier nur in sehr geringer Zahl vertreten sein und es wäre nicht unmöglich, daß sie angesichts der Schwierigkeit und Unbequemlichkeit der Application des Reizes punktförmig nicht zu bestimmen sind. Wie dem aber auch sei, so ergeben auch diese Versuche mit Sicherheit, daß die Warmempfindlichkeit hier wenigstens stark vermindert ist, und man könnte nur hinzufügen, daß die Warmorgane hier vielleicht fehlen.

Fassen wir die bisher beschriebenen Thatsachen zusammen, so gelangen wir zu dem Ergebniss, daß die Empfindlichkeit dieser Theile an gewisse pathologische Fälle erinnern, wie einen solchen L. F. BARKER unter v. FREY's Leitung an sich selbst beschrieben hat.¹ Die Störung war in seinem Fall auf das Gebiet der Nervi cutanei brachii et antibrachii mediales des linken Unterarmes beschränkt und die Ausfallserscheinungen betrafen die Empfindlichkeit für „Warm, Kalt, Druck und Berührung“ (Tastreize), während die „Schmerzempfindung“, obwohl in geringem Grade vermindert, hier intact war. Die Fälle sind nicht identisch (abgesehen davon, daß es sich bei uns um normale, bei BARKER aber um anormale Verhältnisse handelt), sondern sie ähneln sich nur. Bei uns ist die Kaltempfindung vermindert, es fehlen hier zum Theil sicher die Tastorgane, vielleicht auch die Warmorgane, in jedem Falle können sie nur in sehr geringer Anzahl vertreten sein, während die Schmerzempfindung auch hier, obwohl herabgesetzt, intact ist.

Interessante Beobachtungen lassen sich hier mit Bezug auf die Kitzelempfindung anstellen. Wir haben dieser von Anfang an unser Interesse zugewandt. Da aber hierüber später eine besondere Arbeit veröffentlicht werden soll, so sei hier nur so viel angedeutet, daß die Kitzelempfindung an unseren Körperstellen zum Theil ganz fehlt, zum Theil sehr stark herabgesetzt ist. Mit schwachen Reizen gelingt es niemals, sie hervorzurufen, mit starken (Reiben mit ziemlich starken Pinseln und mit abgeschliffenen Glasstäben) tritt sie an vereinzelter Stellen, wie den oberen Enden der vorderen Gaumenbögen schwach hervor. Wahrscheinlich handelt es sich hier um durch starkes Ausweichen nach hinten bedingte Ausstrahlung nach oben und

¹ L. F. BARKER, Ein Fall von einseitiger, umschriebener und elektiver sensibler Lähmung. *Deutsche Zeitschr. für Nervenheilkunde* 8.

unten. Auffallend ist eben, daß die Kitzelempfindung hier nur durch starke Reize und erst nach langem Reiben auftritt. An anderen Mundtheilen, wie harten Gaumen und Zahnfleisch, tritt sie schon bei leisem Reiben auf. Nach allen unseren Erfahrungen ist die reine Kitzelempfindung immer an das Vorhandensein der Tastorgane gebunden (GOLDSCHIEDER, v. FREY u. a.), sie tritt aber verstärkt hervor, wenn die mit Tastorganen versehenen weichen Körpertheile festeren Gebilden aufliegen. Wir beschränken uns auf diese kurzen Andeutungen und geben später ausführlichere Berichte. Bemerkt sei nur noch, daß auch im BARKER'schen Falle die Kitzelempfindung ausblieb.

Unsere letzten Versuche stellten wir über die **Geschmacks-empfindlichkeit dieser Gebilde** an.¹ Diese Untersuchungen begegnen hier mancherlei Schwierigkeiten, durch welche das Urtheil leicht getrübt wird. Schling- und andere Reflexe, Würgbewegungen, Speichelsecretionen, Diffusion und Abtröpfeln der Geschmacksstoffe auf benachbarte Schmeckflächen, alle diese und andere Factoren können als Fehlerquellen in die Untersuchung eingehen und zu Täuschungen Anlaß geben. Hieraus sind auch sicherlich die vielfach sich widersprechenden Angaben zu erklären, die sich über die Geschmacksempfindlichkeit dieser Gebilde in der Literatur vorfinden.² Unser Ziel war, zu sehen, ob es angesichts der vielfachen Widersprüche in den Angaben der einzelnen Forscher unter Benutzung einer grossen Anzahl von Versuchspersonen und bei möglichster Ausschaltung von Fehlerquellen nicht möglich sei, zu eindeutigen und abschließenden Resultaten zu gelangen. Soweit Erwachsene im Alter von 13 Jahren und darüber in Betracht kommen, glauben wir unser Ziel erreicht zu haben. Ausgeschlossen bleiben von dieser Mit-

¹ Ich habe bereits in einer früheren Arbeit diese Fragen behandelt (*Philos. Stud.* 10). Da mir aber im Laufe der Jahre bei Wiederholungen dieser Versuche über die damals verwandte Methode Zweifel aufgestiegen waren, so entschloß ich mich, hierüber neue Erfahrungen zu sammeln. Die hier mitgetheilten Ergebnisse sind diejenigen, welche ich jetzt vertrete.

KIESOW.

² Ueber die Literaturangaben vergl. M. v. VINTSCHGAU, *Physiologie des Geschmackssinnes*, HERMANN's *Handbuch der Physiologie* III, 2; F. KIESOW, *Beiträge zur physiol. Psychologie des Geschmackssinnes*, *Philos. Stud.* 10, sowie die physiologischen und psychologischen Lehrbücher.

theilung die an Personen unter 13 Jahren angestellten Prüfungen. Diese ergeben, wie bereits KIESOW gezeigt hat und wie auch aus anatomischen Befunden erhellt, zum Theil abweichende Verhältnisse. Da wir diese an jüngeren Individuen vorgenommenen Prüfungen noch zu keinem Abschlusse bringen konnten, bleiben auch die hieraus resultirenden Befunde einer späteren Mittheilung vorbehalten. Nur soviel sei hier angegeben, daß die Schmeckflächen im jüngeren Lebensalter bestimmt größer sind, als im späteren.

Wir begannen unsere Prüfungen an der Uvula. KIESOW hatte wie URBANTSCHITSCH diesem Gebilde Geschmacksfähigkeit zugeschrieben, hatte hier aber eine bedeutend längere Perceptionszeit für die einzelnen Geschmacksqualitäten bemerkt. Es muß nun hervorgehoben werden, daß die hier möglichen Fehlerquellen ganz bedeutende sind. Trägt man den Geschmacksstoff mit zu dünnen Pinseln auf, so läuft man Gefahr, daß kein hinreichend großes Quantum aufgetragen wurde, verwendet man zu große Pinsel, so tröpfelt in Folge zu starker Füllung leicht etwas auf die für Geschmacksreize sehr empfindliche hintere Zungenpartie. Aber auch wenn durch sorgfältige Auswahl der Pinsel diesen Fehlerquellen vorgebeugt wird, bleibt immer noch der Umstand in Betracht zu ziehen, daß durch eine unbemerkte leise Berührung der Uvulaspitze mit der Zunge, oder durch Contractionen des Gebildes nach dem weichen Gaumen hin intensiv empfindliche Geschmacksflächen indirect gereizt werden können. Diese Fehlerquellen haben wir mehrfach beobachten können. Hierbei traf es sich — es seien diese Beobachtungen gleich eingefügt —, daß in einem Falle, in dem die erwähnte Berührung von Uvula und Zunge zweifelsohne zu constatiren war, sowie in einem anderen, in dem eine Fehlerquelle nicht mit absoluter Gewißheit nachgewiesen werden konnte, eine mehr als 20 procentige Lösung von Rohrzucker nicht süß, sondern bitter empfunden wurde. Die Versuchsperson zählte im ersten Falle 16, im zweiten 24 Jahre. Auf diese und ähnliche, mehrfach beobachteten Fälle hat jedoch KIESOW bereits in seinen Arbeiten in eingehender Weise hingewiesen. Ganz besondere Schwierigkeiten erwachsen der Untersuchung der Uvula in Fällen in denen die Versuchspersonen eine steigende Zunge besitzen. In solchen Fällen lassen die Pinselversuche fast gar keine sichere Deutung der Ergebnisse zu. Um die hervorgehobenen Fehler

quellen zu vermeiden, haben wir daher die alte Methode des Auftragens der Schmecksubstanz mittelst Haarpinsel, Schwämmchen oder Wattebäuschchen hier gänzlich aufgegeben, sondern für die Application ein kleines Instrument construiert, dessen Verwendung zu einwurfsfreien Ergebnissen führen mußte. Es ist dies ein ziemlich langgestielter Löffel, in dessen mit einer Schmeckflüssigkeit gefüllten Gefäß die Uvula frei eintauchen konnte. Nachdem wir für die Anfertigung desselben das verschiedenartigste Material versucht hatten, haben wir es schließlich einfach aus Glas herstellen lassen. In der Form, in der die beigegebene Figur 3 diesen „Uvulalöffel“ zeigt, ist er für alle hier mitgetheilten Schmeckversuche verwendet worden.



Fig. 3.

Der Stiel ist bei einem Durchmesser von 3 mm der Mundcavität entsprechend geschwungen und 16 cm lang. Das Gefäß, das einen Inhalt von ca. 1,1 cm³ und einen oberen Durchmesser von ca. 1,5 cm besitzt, verjüngt sich der Form des Organs entsprechend konisch nach unten. In dieser Form hat sich das Instrument bei allen Versuchen bewährt. Man ist bei einer solchen Applicationsweise nicht nur sicher, daß keine Berührung der Uvula mit der Zunge entstehen kann, sondern es lassen sich durch die wässrige Lösung hindurch auch alle etwaigen Bewegungen des Organs genau verfolgen. Außerdem besitzt es den Vortheil, daß es leicht gereinigt werden kann.

Die verwandten Schmecksubstanzen waren die oben bereits namhaft gemachten, sie bestanden in wässrigen Lösungen von ca. 40 procentigem Rohrzucker, von ca. 10 procentigem Kochsalz, ca. 0,2 procentiger Salzsäure, und fast concentrirtem Quassin. Wenn irgend welche Geschmacksfähigkeit an der Uvula vorhanden war, so mußten diese Lösungsstufen hinreichen, um die adäquate Empfindung auszulösen. Alle Lösungen hatten thunlichst die Temperatur des Mundraums.

Um dem Einwande zu begegnen, daß es zuweilen und besonders bei einer immerhin schwach empfindlichen Schmeckfläche nicht genüge, dieselbe einfach in die Geschmacksflüssig-

keit einzutauchen, sondern daß die letztere, um Empfindungen hervorzurufen, wie bei den Pinselversuchen in die einzelnen Organe hineingerieben werden müsse, so wurde der Uvulalöffel während des Versuchs derart leicht auf- und abwärts bewegt, daß zwischen den einzelnen Rändern und Flächen des Organs und den Innenflächen des Bechers eine Reibung entstand. Für einige Controlversuche wurde auch noch ein wenig Watte am Boden und an den inneren Wänden des Löffels befestigt und mit Schmeckstoffen getränkt.

Die weitere Versuchsanordnung ist oben angegeben. Es sei hier nur noch daran erinnert, daß alle Versuche mit reflectirten Licht angestellt wurden, der Mundraum somit gut erleuchtet war. Die Versuche wurden an einer und derselben Versuchsperson mehrmals nach einander wiederholt. Das Verfahren war stets ein unwissentliches. Wenn nach einem Zeitraum von ca. 1 Minute keine Reaction erfolgte, sahen wir den Versuch als beendet an.

Diese Versuche wurden an über 60 Personen männlichen und weiblichen Geschlechts angestellt, von denen die jüngsten 13, die älteste 51 Jahre alt waren. Sie waren so ausgewählt, daß alle Altersstufen vertreten waren, doch lag das Alter der meisten zwischen 18 und 30 Jahren. Wir hatten außerdem dafür Sorge getragen, daß nur intelligente Versuchspersonen verwandt wurden, auf deren Aussagen man sich verlassen konnte. Bevor endgültige Resultate verzeichnet wurden, waren die Versuchspersonen ferner zuvor durch einige Probeversuche eingeübt worden.

Unter den hervorgehobenen Vorsichtsmaafsregeln ist es uns nun bei den erwähnten Personen auch nicht ein einziges Mal gelungen, eine klar erkennbare Geschmacksempfindung irgend welcher Qualität hervorzurufen. 13 Mal findet sich in unseren Protokollen die Angabe, daß eine undefinirbare Sensation erfolgte, welche die betreffenden Versuchspersonen als stark (*forte*) bezeichneten. Dies ist aber keine Geschmacksempfindung. Derartige unbestimmbare Empfindungen sind bei Geschmacksversuchen mehrfach beobachtet worden, und es liegt wohl außer allem Zweifel, daß diese Empfindung eben diejenige Sensation ist, die, wie KIESOW¹ gezeigt hat, auch auf wirklichen Schmeckflächen unsere

¹ F. KIESOW, Cit. Arbeit. *Philos. Stud.* 10.

Geschmacksempfindungen begleitet. Vielleicht handelt es sich auch hier um eine schwache Erregung der Schmerzorgane im oben angedeuteten Sinne.

Nach diesen Erfahrungen glauben wir uns berechtigt, den Satz aufstellen zu dürfen, daß die Uvula bei Erwachsenen nicht geschmacksempfindlich ist.

Diese allgemeine Regel schließt natürlich nicht aus, daß auch einmal Geschmacksempfindungen auf der Uvula entstehen, mit anderen Worten, daß hier einmal Geschmacksorgane vorkommen könnten. Derartige Fälle aber dürften, wenn sie überhaupt vorkommen, doch nur sehr vereinzelt auftreten, also in sehr hohem Grade selten sein.

Da diese Methode an den Gaumenbögen und den Tonsillen nicht anwendbar war, so mußten wir nach anderen Hilfsmitteln suchen. Nach vielfachen Versuchen sind wir für die Untersuchung dieser Gebilde wieder zur Anwendung von mittelgroßen Pinseln und kleinen Wattebäuschchen zurückgekehrt. Unsere Vorsicht bestand aber darin, daß wir die oben erwähnten Lösungen mit ein wenig Methylblau leicht färbten. Auf diese Weise war es nicht nur möglich, die berührten Stellen genau zu erkennen, sondern auch zu beobachten, ob und wann etwas von der aufgetragenen Substanz auf eine Schmeckstelle der Zunge abgetropft war. Es wurde außerdem der Mund vor und nach jedem Versuch gründlich gespült und das zu untersuchende Organ mit Watte sorgfältig abgetrocknet. Im Uebrigen war die Versuchsanordnung gleich der oben beschriebenen. Die Versuche wurden an 25 Personen angestellt. Diese waren in gleichem Alter, wie die, welche uns ihre Hülfe für die Untersuchung der Uvula liehen.

Soweit hier die Tonsillen und die hinteren Gaumenpfeiler in Betracht kommen, führten diese Beobachtungen zu absolut negativen Ergebnissen. Es ist uns bei sorgfältigster Application hier auch nicht ein einziges Mal gelungen, ein positives Ergebnis zu erzielen. Wir schlossen daher, daß die Tonsillen und die hinteren Gaumenpfeiler bei Erwachsenen in der Regel nicht geschmacksempfindlich sind.

Diese Regel gilt im Allgemeinen auch für die vorderen Gaumenbögen. Auch diese Gebilde sind, man kann dies ohne Vorbedacht sagen, bei Erwachsenen in der

Regel nicht geschmacksempfindlich. Es scheinen aber hier Ausnahmen vorzukommen. Wir fanden einen Fall, in dem auf dem äußersten obersten Theil der vorderen Gaumenbögen die vier Geschmacksqualitäten empfunden wurden. Die Versuchsperson war ein intelligentes Mädchen von 15 Jahren. Die Reaction erfolgte sicher und schnell, so daß hier kaum eine Täuschung vorliegen dürfte. In einem anderen Falle (Mädchen von 13 Jahren) wurde angegeben, daß ein Geschmack vorhanden sei, daß er aber nicht erkannt werde. In einem dritten wurde der angegebene Bitterstoff am oberen Ende des rechten vorderen Gaumenbogens adäquat empfunden, aber nicht am linken. Es dürften hier demnach Ausnahmen zuzugeben sein. Bei anatomischen Untersuchungen fand ARTHUR HOFFMANN¹ am vorderen Gaumenbogen des Menschen bei Embryonen und Neugeborenen Papillen dicht gedrängt stehen, die denen des weichen Gaumens ähnlich waren, es ist aber aus seinen Angaben nicht genau ersichtlich, ob diese oder einige von ihnen Schmeckbecher enthielten, obwohl wahrscheinlich. Nach den Untersuchungen von URBASCHITSCH und KIESOW sind, wie mehrfach hervorgehoben, die Geschmacksflächen des Mundraums in der früheren Jugend vergrößert, und es ist nicht unwahrscheinlich, daß durch das Nachwachsen des Parenchyms die Schmeckbecher nicht immer gleichmäßig vom Gaumenbogen verdrängt werden oder vielleicht untergehen. Die angegebene Regel bedarf somit nach unseren Erfahrungen der Einschränkung, daß man mit SCHIFF annimmt, daß „die vorderen Pfeiler manchmal Geschmack besitzen.“²

Nach Abschluß dieser Versuche haben wir die gefundenen Resultate nochmals an 10 anderen Versuchspersonen mittleren Lebensalters nach der eingangs angegebenen NEUMANN'schen Methode controlirt. Wir ließen durch die Elektroden einen Strom fließen, der, wie oben angegeben, die Tast- und Schmerzapparate nicht erregte, wohl aber den elektrischen Geschmack auf den Schmeckflächen der Zunge deutlich erzeugte.

Auch bei Anwendung dieser Methode kamen wir bei der erwähnten 10 Herren für die Geschmacksempfindlichkeit der

¹ A. HOFFMANN, Ueber die Verbreitung der Geschmacksknospen beim Menschen. *Virchow's Archiv* 62, 516.

² SCHIFF, Leçons sur la Physiologie de la digestion 1867. Citirt nach V. VINTSCHGAU S. 160.

Uvula, der Tonsillen und der vorderen und hinteren Gaumenbögen zu absolut negativen Resultaten.

Schon v. VINTSCHGAU glaubte bei der Besprechung der sich widersprechenden Versuchsergebnisse der einzelnen Forscher „vor der Hand den negativen Angaben mehr Werth beilegen zu müssen als den positiven, da der Verdacht nicht ausgeschlossen werden kann, daß die schmeckende Substanz längs der Schleimhaut herabgeflossen sei und mit der Zunge in Berührung kam“.¹ Er fügt hinzu, daß dieser Verdacht nicht für NEUMANN's Versuche gelte, der dem unteren Theil des vorderen Gaumenbogens Geschmacksfähigkeit zusprach, da er schwache elektrische Ströme verwandt habe. Es ist aber auch daran zu denken, daß bei Anwendung der NEUMANN'schen Elektroden der am unteren Ende des vorderen Gaumenbogens sich leicht anhäufende Speichel zersetzt oder durch diesen das elektrolytische Reizproduct nach den Schmeckflächen hin übertragen werden kann. Wir haben diese Stelle vor jedem Versuche sorgfältig abgetrocknet und hier nie Geschmack beobachtet.

Im Uebrigen konnte durch unsere Versuche nur weiter bestätigt werden, was schon bekannt ist. Wir fanden den weichen Gaumen durchaus schmeckfähig, den harten in der Regel nicht, die Mitte der Zunge bei Erwachsenen nicht, bei Kindern dagegen häufig. Gerne hätten wir gröfsere Versuchsreihen an der hinteren Rachenwand angestellt, aber wir mußten hiervon absehen, da es uns nicht immer gelang, störende Reflexe auszuschliessen. Soweit wir aber eindeutige Resultate erzielen konnten, konnte auch durch diese Erfahrungen bestätigt werden, daß die hintere Rachenwand Geschmacksfähigkeit besitzt. Ueber die Geschmacksempfindlichkeit der Epiglottis folgt umgehend eine weitere Mittheilung.

¹ v. VINTSCHGAU, Cit. Arbeit, 160.

(Eingegangen am 18. Juni 1901.)