

Zur Psychophysik des Geschmackssinnes.

Von

D. P. Hänig.

Mit 7 Figuren im Text.

Die Untersuchungen über den Geschmackssinn, welche Friedrich Kiesow¹⁾ 1892 bis 1894 im Leipziger psychologischen Institute auf Wundt's Anregung und unter seiner Leitung ausgeführt hat, bilden die erste Arbeit über dieses Sinnesgebiet vom Standpunkte der experimentellen Psychologie aus. Alle Einzelprobleme, die man innerhalb eines Specialsinnes nach der Betrachtungsweise der physiologischen Psychologie aufzuwerfen pflegt, hat Kiesow in Erwägung gezogen und auf Grund eines sorgfältig gesammelten und reichen Beobachtungsmaterials zu lösen gesucht. Nur die Frage nach den Reactionszeiten auf die verschiedenen Geschmackseindrücke hat er unter Hinweis auf die Versuche Schirmer's²⁾, v. Vintschgau's und Hönigschmied's³⁾ aus dem Kreise seiner experimentellen Untersuchungen ausgeschaltet, obgleich er eine Nachprüfung derselben in Rücksicht auf den von Ludwig Lange⁴⁾ erkannten Unterschied der sensorischen und musculären Reaction für wünschenswerth hält.

Diese geschichtliche Bemerkung soll von vornherein andeuten, dass die gegenwärtige Arbeit, welche im nämlichen Institute unter der fördernden Leitung Wundt's entstanden ist, in Anknüpfung an Kiesow's Leistung nur einen bescheidenen ergänzenden Charakter

1) Beiträge zur physiolog. Psychologie des Geschmackssinnes. Philos. Stud. X, XII.

2) Nonnullae de gustu disquisitiones. 1856.

3) Versuche über die Reactionszeit einer Geschmacksempfindung. Archiv f. d. ges. Physiol. X, 1875, S. 1—48; XIV, 1875, S. 529—592.

4) Wundt, Physiol. Psychol., 4. Aufl., II, S. 309.

haben kann. Nicht minder gilt diese Einschränkung auch von der Heranziehung der neueren Literatur, die auf die Psychophysik des Geschmackssinnes irgendwie Bezug nimmt.

In dem Capitel von der Intensität der Geschmacksempfindung hat Kiesow¹⁾ das minimum perceptibile für die anerkannten vier Geschmacksqualitäten nur an exponirten Stellen des schmeckenden Organs durch längere Versuchsreihen festgestellt und zwar für die Zungenspitze, die Zungenbasis und die Mitte der Zungenränder. Es erhebt sich nun die Frage, in welchem Grade auch die übrigen schmeckenden Theile der Mundhöhle auf Geschmacksreize reagiren, oder im engeren Anschlusse an die Sprache der physiologischen Psychologie wird sich die noch zu erledigende Aufgabe präziser so formuliren lassen: Ermittlung der Reizschwellen an allen perceptionsfähigen Punkten des schmeckenden Organs für jede spezifische Geschmacksqualität. In der Beantwortung dieser Frage erblickt die gegenwärtige Abhandlung ihr eigentliches Ziel. Um diesen Kernpunkt krystallisiren sich theils aus versuchstechnischen Gründen mancherlei unumgängliche Vorerörterungen, theils zeitigte auch die experimentelle Bearbeitung der Hauptfrage mittelbare Resultate, die für die Erkenntniß des fraglichen Sinnesgebietes nicht ganz belanglos sein dürften. Wenn der Beobachter die Reizschwellen in dem angedeuteten Umfange ermitteln will, so muss er zuvor die räumliche Ausbreitung des Geschmacksorgans bei jeder Versuchsperson erst genau prüfen. Erheischt schon die große individuelle Verschiedenheit in der Entwicklung der niederen Sinne diese Vorversuche, so umgrenzen doch sie erst das Arbeitsfeld für die Feststellung der Schwellenwerthe. Zugleich dürfte eine wiederholte Untersuchung über die örtliche Verbreitung der schmeckenden Elemente in der Mundcavität neben der methodischen bis zu einem gewissen Grade auch eine selbständige Bedeutung beanspruchen, herrscht doch über diese Frage, wie wir noch des Näheren sehen werden, unter den Physiologen wie Psychologen durchaus noch keine unbestrittene Uebereinstimmung. Implicite schließt die Ermittlung der Reizschwellen für die einzelnen Geschmacksqualitäten zugleich auch eine Untersuchung der qualitativen Mannigfaltigkeit des Geschmackssinnes überhaupt ein.

1) Philos. Stud., X, S. 362 fg.

Auch hierüber gehen die Ansichten noch weit auseinander. Die vorliegenden psychophysischen Versuche haben wohl nach dieser Seite gar mancherlei empirisches Material ergeben, welches auf die Erkenntnis des Qualitätensystems des Geschmackssinnes einiges Licht wirft, aber eine definitive Antwort wird auch auf Grund dieser Ergebnisse für das Qualitätenproblem nicht möglich sein.

Nach dieser orientirenden Uebersicht über den Gegenstand wird sich diese Abhandlung zunächst mit einer kurzen Darlegung der Versuchsanordnung beschäftigen. Daran schließt sich die Ermittlung der geschmackempfindenden Regionen in der Mundhöhle. Als dritten Gegenstand behandelt sie das Qualitätensystem des Geschmackssinnes, und das vierte Capitel befasst sich mit der Intensität der fraglichen Empfindung. Zum Schlusse erfolgt eine kurze Beleuchtung der gewonnenen Resultate vom Standpunkte der Entwicklungsgeschichte und der mikroskopischen Anatomie.

Erstes Capitel.

Die Versuchsanordnung.

Die vorliegenden Versuche sind, wie schon erwähnt wurde, im psychologischen Institute der Universität Leipzig ausgeführt worden. Als Versuchszeiten habe ich vier Semester hindurch die Nachmittagsstunden von 3 bis 5 Uhr streng eingehalten, um die Constanz der äußeren Bedingungen zu wahren. Wenn der Zustand der Sättigung oder der Nüchternheit nach Jodl¹⁾ den Geschmack alterirt, so wird der Versuchsleiter darauf bedacht sein müssen, dass diese etwaige Trübung der Versuchsergebnisse wenigstens relativ dieselbe bleibt. Das ist nun dadurch angestrebt worden, dass die Experimente stets in gleichen zeitlichen Distanzen vom Mittagmahle vorgenommen worden sind. Nur unter dieser Voraussetzung können die Versuchsergebnisse der verschiedenen Beobachtungstage auf einander bezogen und unter einander verglichen werden. In der Auswahl der Geschmacksstoffe habe ich mich den Erfahrungen Kiesow's²⁾ angeschlossen; Lösungen von 10% Sacch. alb., 10% NaCl, 0,2% HCl und 0,1% Chin. sulf. sind für die Schwellenermittlung wohl geeignete

1) Jodl, Lehrbuch der Psychologie 1896, S. 271.

2) Philos. Stud. X, S. 339.

Grundmischungen. Diese Substanzen haben den nicht zu unterschätzenden Vorzug, dass bei ihrer Application der räumlich so nahe Geruchssinn nicht zugleich mit erregt wird, und dass sie möglichst einfache reine Geschmacksempfindungen auslösen. Dr. Röhrig hat mir in seinem Laboratorium je nach Bedarf diese Grundmischungen hergestellt mit genauer Angabe des Mischungsverhältnisses. Mit Hülfe der üblichen chemischen Messinstrumente war es dann leicht, die erforderlichen Verdünnungen, deren Abstufungen natürlich kleiner sein mussten als die Unterschiedsschwelle der Reize¹⁾, davon zu gewinnen. Da sich mit der Geschmacksempfindung außer den schon erwähnten Geruchsempfindungen auch Qualitäten des allgemeinen Sinnes compliciren, so suchte ich wenigstens nach Kiesow's²⁾ Vorgehen die störenden Temperaturempfindungen zu eliminiren, indem ich die Reizflüssigkeit möglichst in der Eigentemperatur des Körpers verabreichte. Allzu peinliche Sorgfalt³⁾ in diesem Punkte erwies sich aber im Verlaufe der Untersuchungen als überflüssig; denn geringe Temperaturabweichungen der objectiven Reizmittel von der Blutwärme beeinflussen die Apperception der Geschmacksempfindung nicht, zumal nur eine ganz kleine Fläche von der Reizflüssigkeit berührt wird. In einem flachen mit Wasser gefüllten Gefäße erhielt ich die Fläschchen mit den Geschmacksstoffen über einer regulirbaren Gasflamme in gleicher Temperatur. Damit die Erwärmung oder Abkühlung der Reizmittel durchaus gleichmäßig vor sich gehen sollte, wurden ihre Gefäße gleich groß gewählt, auch enthielten sie immer die gleichen Quantitäten. Temperaturschwankungen innerhalb einer Versuchsreihe wirken allerdings ablenkend auf die Apperception ein. Wenn sich nun auch die Störungen der Temperaturempfindungen bei den Geschmacksversuchen objectiv ausscheiden lassen, so ist das nicht in gleicher Weise möglich mit den Tastempfindungen im engeren Sinne, die sich constant mit Geschmackseindrücken verbinden. Die Versuchspersonen erreichen aber bald den Grad der Uebung, auf welchem sie mit Sicherheit von den begleitenden Tastempfindungen abstrahiren können, kommt doch dieser Einübung die unserem Bewusstsein

1) Wundt, *Physiolog. Psychologie*, 4. Aufl., I, S. 336. Fechner, *Elemente der Psychophysik*, I, S. 242.

2) *Philos. Studien*, X, S. 331.

3) *Philos. Studien*, XII, S. 465.

immanente Eigenschaft, nach welcher sich die Apperception¹⁾ auf einen möglichst eng begrenzten Inhalt zu beschränken pflegt, fördernd entgegen.

Eine nicht unwesentliche Verzögerung erfahren aber die Geschmacksversuche durch Umstände, die in der Natur des fraglichen Sinnes selbst begründet liegen, indem bei ihm die physiologische Reizung die äußere Reizeinwirkung verhältnissmäßig lange überdauert. Die Nachwirkungen des einen Eindrucks müssen nun selbstverständlich erst erloschen sein, ehe ein neuer erfolgen kann. Die Zwischenzeiten sucht man durch Ausspülen des Mundes — zunächst mit Leitungswasser und danach mit destillirtem Wasser — möglichst zu verkürzen. Hinsichtlich der Temperatur muss das Reinigungswasser mit den Schmecksubstanzen durchaus übereinstimmen; diesem Momente hat der Versuchsleiter immer seine Aufmerksamkeit zuzuwenden; denn es handelt sich dabei um die Reizung großer Flächen, und mit der Größe der Reizflächen verfeinert sich die Unterschiedsempfindlichkeit für Temperaturschwankungen. Durch einen Bunsenbrenner erhielt ich mir ein größeres Gefäß mit Wasser in gleicher Erwärmung wie die Reizflüssigkeit.

Was die Application der Geschmacksstoffe anbelangt, so möchte ich hierzu bemerken, dass ich zu meinen ersten Versuchen ein zugespitztes Tropfröhrchen mit Gummischluss benutzte. Im Verlaufe der Experimente bewährte sich aber dieses Hilfsmittel nicht, so geeignet es sonst sein mag, wenn man räumlich weit entfernte Stellen der Mundhöhle auf ihre Intensität für Geschmackseindrücke prüfen will. Die Quantität der Reizflüssigkeit, die bei dem Drucke auf den Gummiverschluss ausströmt, ist immerhin nicht unbedeutend; dazu kommt noch, dass die Substanzen in den Speichel diffundiren, in Folge dessen wird mit diesem Instrumente eine verhältnissmäßig große Fläche des Organs zugleich afficirt. Mein Bestreben musste vielmehr darauf gerichtet sein, Geschmackseindrücke annähernd punktueller Art zu erzeugen. Auch hat es der Experimentator mit dem Glasröhrchen nicht völlig in seiner Gewalt, innerhalb einer Versuchsreihe stets identische Stellen der Zunge zu treffen. Feine Haarpinsel erwiesen sich für meine Zwecke wesentlich brauchbarer. Ich verwandte

1) Wundt, Physiolog. Psychologie, 4. Aufl., II, S. 267.

solche mit 2,5 mm Durchmesser am Kiele und 8 mm Länge. An jedem Versuchstage kamen so viel gleich große Pinsel in Gebrauch, als Flüssigkeiten verwendet wurden. An jedem Pinselstiele war in entsprechender Höhe eine kleine Querleiste angebracht, die auf dem Flaschenhalse ruhte, damit der Pinsel freischwebend in der Schmecksubstanz hing. Die Spitzen legen sich unter dem Eigengewichte des Pinsels gar leicht um, die damit betupften Stellen, wie die ausfließenden Stoffmengen fallen dann verschieden aus und stören die Einheit der Messung.

Sämmtliche Versuche sind mit Ausschluss des Gesichtssinnes am ruhenden Geschmacksorgane vorgenommen worden. Nicht geringe Mühe verursachte es anfangs den Betheiligten, die triebartige Bewegung zu unterdrücken, welche die Zunge auszuführen bestrebt ist, sobald ein Geschmacksreiz einwirkt. Mit der großen Bereitwilligkeit, mit der die Herren Institutsmitglieder an den für sie vielleicht recht monotonen Experimenten theilnahmen, fanden sie sich auch noch in diese Entsagung, ohne die eine Constanz der Versuchsbedingungen nicht gut möglich war. Gleich an dieser Stelle will ich auch den Herren Alechsieff, Bader, Bergemann, Linke, Dr. Moebius, Dr. Orestano und Wictoroff für ihre treue Mitarbeit an diesem Unternehmen meinen aufrichtigen Dank aussprechen. Es erübrigt noch, zu bemerken, dass alle Experimente bei unwissentlichem Verfahren ausgeführt worden sind. Um unliebsame Wiederholungen zu vermeiden, wird erst das IV. Capitel über die Protokollform, weil sie mit der Behandlung der Hauptfrage gleichsam organisch verbunden ist, den erforderlichen Aufschluss bringen. Die einzelnen Theilnehmer dieser Uebungen wurden an jedem Versuchstage ca. 30 Min. in Anspruch genommen. Sobald man die Experimente an der nämlichen Person über diese Zeit hinaus ausdehnt, werden die Resultate durchaus unsicher und entfernen sich allzu weit von dem wahrscheinlichen Durchschnittswerthe, eine Erscheinung, die sicherlich in peripherischer Ermüdung ihre Ursache hat. Selbst innerhalb dieser kurzen Versuchszeit ist es rathsam, die Reizordnung möglichst zu variiren, einmal erhält man dadurch die peripherischen Endorgane eher ungeschwächt perceptionsfähig, zum andern verhütet man auch, dass die Aufmerksamkeit in völlig eindeutiger Richtung mechanisch auf die Geschmacksreize reagirt. Unter den psychophysischen Maßmethoden

eignet sich für die Reizschwellenbestimmung innerhalb des Geschmacks-sinnes keine besser, als die der Minimaländerung, weil sie direct verwerthbare Resultate liefert. Freilich muss der Experimentator für dieses Sinnesgebiet auf die Feinheit der Schwellenbestimmung verzichten, die bei den höheren Sinnen und dem Tastsinne der äußeren Haut durch Wundt's¹⁾ Ausgestaltung der Methode dadurch möglich wird, dass die Minimalreize als Mittelwerthe einer auf- und absteigenden Reihe gewonnen werden. Die Nachwirkung der Geschmacksreize dauert relativ lange, und bei der absteigenden Reihe liegt in Folge dessen die Reizschwelle wesentlich tiefer als in der aufsteigenden.

Zweites Capitel.

Die räumliche Verbreitung der Schmeckfähigkeit in der Mundhöhle.

Es gibt wohl kaum eine Stelle in Mundhöhle und Rachen, der die Physiologie im Laufe der Zeit nicht einmal Schmeckfähigkeit zugeschrieben hätte. Die Controversen über das periphere Geschmacksorgan haben v. Vintschgau²⁾ und Kiesow³⁾ erschöpfend dargelegt. Heute ist man wohl darin einig, dass bei dem Erwachsenen neben der Zungenoberfläche, ausschließlich ihrer Mittelregion, der weiche Gaumen, das Gaumensegel mit dem Zäpfchen, die vorderen Gaumenbogen und die Tonsillen am Geschmacksprocesse theilnehmen, fragwürdig ist noch die Mitwirkung des harten Gaumens und der unteren Seite der Zungenspitze. Kiesow⁴⁾ hat unter sieben einen Reagenten gefunden, der mit dem harten Gaumen alle vier specifischen Geschmacksqualitäten wahrnahm. Merkwürdig ist aber doch, dass gerade bei dieser Versuchsperson der weiche Gaumen gänzlich versagte, ein Umstand, den Kiesow bei seinen Bemerkungen über Anomalien im Gebiete des Geschmackssinnes völlig übergeht. Drei Reagenten der Kiesow'schen⁵⁾ Gruppe percipirten auch mit der unteren Seite der

1) Wundt, *Physiolog. Psychologie*, 4. Aufl., I, S. 336—341 ff.

2) Hermann, *Handbuch d. Physiologie*, III, 2, S. 154 ff.

3) *Philos. Studien*, X, S. 333 ff. Vergl. Landois, *Lehrbuch der Physiologie d. Menschen*. 8. Aufl., S. 982—983. Oehrwall, *Untersuchungen über den Geschmackssinn*. *Skand. Arch. f. Physiol.*, II, S. 4 ff.

4) *Philos. Studien*, X, S. 340 f.

5) *Ebenda*.

Zungenspitze ohne qualitative Beschränkung. Obwohl die Abgrenzung der schmeckenden Zonen des Mundraums für die Ermittlung der Reizschwellen nur mittelbares Interesse hat, so nöthigten mich gerade diese Abweichungen, die gesammte Mundcavität mit übermerklichen Reizstoffen planmäßig abzutasten, um wenigstens das empirische Material über den fraglichen Punkt zu vermehren und zu ergänzen. In die tabellarische Uebersicht habe ich die Resultate über die Geschmacksprüfung an Lippen, Zahnfleisch und Wangenschleimhaut gar nicht erst aufgenommen, diese Theile sind nun wohl endgültig aus der Reihe der Geschmacksträger ausgeschieden.

Bedeutung der Zeichen: $\left\{ \begin{array}{l} + = \text{Perception* vorhanden.} \\ 0 = \text{Perception fehlt.} \\ - = \text{Versuch unausführbar oder misslungen.} \end{array} \right.$

1. Süßs.

	Al.	Ba.	Berg.	L.	Dr. M.	Dr. O.	W.
Palatum durum	0	0	0	0	0	0	0
Palatum molle	+	+	+	+	+	+	+
Velum palatinum	+	+	+	+	+	+	+
Uvula	+	+	+	+	-	+	+
Arcus palato-glossus	+	+	+	+	+	+	+
Tonsillen	-	+	+	+	-	+	-
Zungenmitte	0	0	0	0	0	0	0
Untere Seite der Spitze	0	0	0	0	0	0	0

2. Salzig.

	Al.	Ba.	Berg.	L.	Dr. M.	Dr. O.	W.
Palatum durum	0	0	0	0	0	0	0
Palatum molle	+	+	+	+	+	+	+
Velum palatinum	+	+	+	+	+	+	+
Uvula	+	+	+	+	-	+	+
Arcus palato-glossus	+	+	+	+	+	+	+
Tonsillen	-	+	+	+	-	+	-
Zungenmitte	0	0	0	0	0	0	0
Untere Seite der Zunge	0	0	0	0	0	0	0

3. Sauer.

	Al.	Ba.	Berg.	L.	Dr. M.	Dr. O.	W.
Palatum durum	0	0	0	0	0	0	0
Palatum molle	+	+	+	+	+	+	+
Velum palatinum	+	+	+	+	+	+	+
Uvula	+	+	+	+	-	+	-
Arcus palato-glossus	+	+	+	+	+	+	+
Tonsillen	-	+	-	+	-	+	-
Zungenmitte	0	0	0	0	0	0	0
Untere Seite der Spitze							

4. Bitter.

	Al.	Ba.	Berg.	L.	Dr. M.	Dr. O.	W.
Palatum durum	0	0	0	0	0	0	0
Palatum molle	+	+	+	+	+	+	+
Velum palatinum	+	+	+	+	+	+	+
Uvula	+	+	+	+	+	+	+
Arcus palato-glossus	+	+	+	+	+	+	+
Tonsillen	+	+	+	+	-	+	+
Zungenmitte	0	0	0	0	0	0	0
Untere Seite der Spitze	0	0	0	0	0	0	0

Wie aus dieser Zusammenstellung hervorgeht, herrscht in Bezug auf die örtliche Verbreitung der schmeckenden Elemente unter diesen Reagenten eine seltene Uebereinstimmung, gewiss ein erfreuliches Resultat für einen genügsamen Interpreten. Unter den sieben Versuchspersonen war also nicht eine, deren harter Gaumen oder untere Zungenseite Geschmackssensationen vermittelte. Die Reizschwellebestimmung kann darum diese Gebiete ungestraft vernachlässigen; sie wird sich außerdem noch weitere Einschränkungen auferlegen müssen aus Gründen, die erst das IV. Cap. aufzuhellen vermag. Nach Kiesow's¹⁾ Vorgehen habe ich auch an Kindern, und zwar an

1) Philos. Studien, X, S. 342—343.

25 Mädchen im Alter von 10—11 Jahren, Parallelversuche über die Schmeckfähigkeit gemacht; die vorläufigen Ergebnisse stimmen im allgemeinen mit den Kiesow'schen überein, nur die Perceptionsfähigkeit der Wangenschleimhaut scheint mir auch im kindlichen Alter durchaus fraglich zu sein. Weil ich diese Experimente in größeren Zeitintervallen an den nämlichen Kindern eine Reihe von Jahren hindurch systematisch fortsetzen will, so werde ich erst nach Abschluss derselben die Ergebnisse, falls sie für die entwicklungsgeschichtliche Betrachtung des Geschmackssinnes einige Bedeutung haben sollten, in einem besonderen Aufsätze veröffentlichen.

Drittes Capitel.

Die Qualitäten des Geschmackssinnes.

»Wenn es auch noch nicht feststeht, welche Empfindungen zum Geschmack zu zählen sind, das ist jedenfalls unbestritten, dass Süß und Bitter die reinsten Geschmäcke sind.« Dieser Satz ist einem Vortrage entnommen, den W. Sternberg¹⁾ in der fünften Sitzung der Berliner physiologischen Gesellschaft 1898 gehalten hat. Kiesow's²⁾ Zuversicht, die auch Oehrwall's³⁾ Ueberzeugung für sich hat, dass nämlich die Anerkennung des Süßen, Salzigen, Sauren und Bitteren als der vier Grundempfindungen des Geschmackssinnes nun endgültig sei, wird demnach noch nicht allseitig getheilt. In seiner Abhandlung »Ueber die Beziehung zwischen dem chemischen Bau der bitter und süß schmeckenden Substanzen und ihrer Eigenschaft zu schmecken« verräth Sternberg⁴⁾ weit deutlicher noch die kaum misszuverstehende Neigung, sich auf die Seite Valentin's, Zenneck's⁵⁾ und v. Vintschgau's⁶⁾ zu stellen und nur Bitter und Süß als die einzig berechtigten specifisch reinen Geschmacksqualitäten zu proclamiren. Es ist immer

1) Sternberg, Geschmack und Chemismus. Archiv f. Physiol. u. Anatomie, physiol. Abth., 1899.

2) Philos. Studien, X, S. 523.

3) Oehrwall, Untersuchungen über den Geschmackssinn. Skandinav. Archiv f. Physiologie, II, 1891, S. 5 ff.

4) W. Sternberg, Archiv f. Physiologie u. Anatomie, physiol. Abth., 1899, Sitzungsberichte.

5) Zenneck, Die Geschmackerscheinungen, in: Repertor. f. d. Pharmacie, 1839.

6) Hermann, Handbuch der Physiologie, III, 2, S. 190—196.

wieder das Moment der begleitenden Tastempfindungen, welches Salzig und Sauer als einfache Geschmackssensationen in Misscredit bringt. Aber Kiesow¹⁾ hat dem gegenüber bereits mit Nachdruck darauf hingewiesen, dass alle unsere Geschmackseindrücke, auch Süß und Bitter, von Tastempfindungen begleitet sind, eine Erscheinung, die ich auch durch meine Wahrnehmungen voll bestätigt fand. Man kann nun doch nicht deshalb, weil sich mit Hülfe unserer objectiven Reizmittel Sauer und Salzig nicht ohne aufdringliche Tastsensationen erzeugen lassen, diese beiden Empfindungsinhalte aus der Reihe der Geschmacksqualitäten eliminiren. In anderen Sinnesgebieten²⁾ sind uns ja die psychischen Elemente auch nicht als absolut einfache und unzerlegbare Bestandtheile gegeben. Wer Salzig und Sauer als spezifische Qualitäten anzweifelt, müsste sich doch auch positiv mit der Thatsache abfinden, dass unsere subjective Analyse aus Empfindungscomplexen unzweideutig Salzig und Sauer als nicht weiter definirbare, qualitativ selbständige Bewusstseinsinhalte auffasst.

Einem etwaigen Versuche, Salzig und Sauer aus den sogenannten reinsten Geschmächen abzuleiten, begegnet man aber in der Wissenschaft auch da nicht, wo man den fraglichen Qualitäten ihren Platz unter den Geschmacksempfindungen streitig machen möchte. Selbst mit der vollwerthigen Anerkennung des Salzigen und Sauren wird man mit Ziehen³⁾ noch immer bekennen müssen, dass der Geschmackssinn qualitätsarm ist. Nach Wundt's⁴⁾ Auffassung scheint gerade die Armuth des Geschmackssinnes an spezifischen Empfindungen mit dem Reichthume der von ihm ausgehenden mimischen Bewegungen zusammenzuhängen. Wenn Hermann⁵⁾ meint, dass meist willkürlich Süß, Salzig, Sauer und Bitter als Elementargeschmäcke angenommen würden, so möchte ich doch die Wucht der Erfahrung, mit der sich diese Empfindungen dem Bewusstsein aufdrängen, dem Scheine der Willkür entgegenstellen.

Andererseits erheben sich auch Stimmen⁶⁾, die in den vier namhaft

1) Philos. Studien, X, S. 524—525.

2) Wundt, Grundriss der Psychologie, 3. Aufl. S. 33.

3) Leitfaden d. physiol. Psychologie, 3. Aufl., S. 48.

4) Wundt, Völkerpsychologie, I, 1, S. 115.

5) Lehrbuch der Physiologie, 12. Aufl. 1900, S. 490.

6) Jodl, Lehrbuch der Psychologie, 1896, S. 272.

gemachten Qualitäten wieder eine unwahrscheinliche extreme Vereinfachung erblicken; das seien nur die allgemeinsten und verbreitetsten Typen aus dem Reichthume der Wirklichkeit. Wenn man dieser Behauptung einen Sinn beimessen will, dann darf man sicherlich den Empfindungsbegriff nicht als letzten, nicht weiter zerlegbaren objectiven Bestandtheil des psychischen Geschehens auffassen; im andern Falle würde wohl jeder experimentelle Beobachter einigermassen in Verlegenheit gerathen, wie er den vermeintlichen Reichthum der schmeckenden Wirklichkeit erschließen und demonstrieren sollte.

Noch nicht völlig geklärt ist die Frage, ob Alkalisch und Metallisch als Elementarempfindungen in das Qualitätensystem des Geschmackssinnes aufzunehmen sind oder nicht. Zunächst sei bemerkt, dass wir den beiden qualitativen Bezeichnungen vornehmlich in Publicationen über elektrische Geschmacksversuche¹⁾ begegnen; der Anodenschließungsgeschmack wird im allgemeinen als metallisch und der Kathodenschließungsgeschmack als hervorragend laugenhaft benannt. Auffallend ist dabei der Umstand, dass sich die Beobachter dieser Erscheinung bei der einfachen Benennung des Alkalischen und Metallischen nicht beruhigen, sondern sich in der Häufung von Attributen nicht genug thun können, um die problematischen Empfindungen näher zu bezeichnen, so z. B. metallisch-sauer-zusammenziehend oder deutlich-laugenhaft, auch bitter und brennend. Daraus kann man erkennen, wie schwierig es ist, diese eigenartigen Sensationen zu analysiren und in einem adäquaten Ausdrucke festzuhalten.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit musste es darauf ankommen, durch directe Reizung alkalische und metallische Geschmackseindrücke zu erwecken. Zu diesem Zwecke applicirte ich zunächst Natron- und Kalilauge in mannigfachen Concentrationsstufen. Aus der Reihe der Einzelurtheile, die über die Qualität der auf diesem Wege ausgelösten Empfindungen abgegeben wurden, wähle ich folgende als charakteristisch aus:

Hr. Dr. M.: Stark salzig, hintennach bitter. Salzig und bitter-zusammenziehend. Ganz eigenartige Empfindung, ich würde sie jederzeit wiedererkennen. Man muss die Empfindung gehabt haben, ich kann sie nicht erschöpfend beschreiben.

1) Franz Hofmann u. Rudolf Bunzel, Arch. f. d. ges. Physiol., LXVI. Elsässer u. M. v. Vintschgau, Arch. f. d. ges. Physiol., XX, S. 112—114.

Hr. Berg.: Salzig schmeckt vor, aber es ist noch etwas dabei. Salzig, vielleicht auch süß dabei und seifig. Es kann eine Mischung sein von salzig und süß. Brennend und stechend seifig süßlich.

Hr. W.: Vorwiegend salzig, vielleicht auch etwas süßlich und brennend. Beim Ausspülen des Mundes bestimmt süß. Es ist kein reines Salz, ja, wie soll ich mich ausdrücken.

In diesen Proben sind alle Varianten aus meinen Versuchsprotocollen vertreten.

Eingedenk der Kiesow'schen¹⁾ Alternative: »Entweder ist das Alkalische keine besondere Geschmacksempfindung neben den übrigen vieren, dann aber müssen diese Eindrücke alle oder zum Theil in ihm enthalten sein, oder dies ist nicht der Fall, dann aber ist das Laugenhafte unabweisbar eine fünfte Qualität«, habe ich durch Mischung bezüglicher Grundqualitäten eine gleiche oder wenigstens gleichartige Empfindung zu erwecken gesucht. Da nun bei den meisten Reagenten Salzig und Süß als Partialempfindungen in dem Totaleindrucke des Alkalischen am häufigsten wiederkehrten, habe ich in Anpassung an die individuellen Schwellenwerthe eine Mischung aus salzigen und süßen Schmecksstoffen applicirt. Aber jedesmal wurde die Sensation als salzig-süß und qualitativ verschieden von laugenhaft beurtheilt. Im Fortgange der Untersuchungen habe ich dann die beiden Reizcomponenten minimal gegen einander verschoben, sobald aber die Unterschiedschwelle des einen oder anderen Reizes dabei überschritten wurde, lautete die Antwort: »Ueberwiegend salzig mit zartem süßem Beigeschmack« oder umgekehrt, es fehlte vor allem die eigenartige Tasterregung, welche den Totaleindruck des Alkalischen qualitativ modificirt. Durch Zugabe einer kleinen Dosis Salzsäure versuchte ich die adstringirende Begleiterscheinung zu stärken; es gelang wohl annähernd, aber nie vollkommen, einen Eindruck zu erwecken, der bei streng unwissentlichem Verfahren mit den eingeschobenen laugenhaften Empfindungen identificirt worden wäre. Gleichwohl sträubt sich auch unsere unmittelbare Erfahrung, das Alkalische als einfache, untheilbare Geschmacksempfindung anzuerkennen; der analytische Trieb fühlt sich immer veranlasst, den problematischen Eindruck in seine Componenten aufzulösen, unter denen er Salzig, Süß und Brennend deutlich erkennt. Andererseits kommen wir auch nicht davon

1) Philos. Studien, X, S. 527.

ab, dem gesammten Empfindungscomplexe, den wir alkalisch nennen, vor allen übrigen Complicationen im Gebiete des Geschmackssinnes eine relative Selbständigkeit zuzuschreiben. Mir scheint demnach das Alkalische eine in der Erfahrung gegebene Verschmelzung zu sein, die erst in Folge der Verbindung von Geschmacks- und Tastelementen ihren specifischen Charakter erlangt. Hierbei wird man die Gefühlsseite am allerwenigsten übersehen dürfen. Sind im allgemeinen die einfachen Geschmacksempfindungen an Reinheit des Gefühlstones¹⁾ vor anderen ausgezeichnet, so trifft das nicht in demselben Maße zu für das Alkalische. Nach der subjectiven Seite wird der alkalische Eindruck von einem Totalgeföhle begleitet, das in Rücksicht auf das Empfindungssubstrat als alkalisches Geschmacksgeföhle bezeichnet werden könnte. Es hat seine ganz bestimmte, jederzeit wiederzuerkennende qualitative Färbung; in dieser Geföhlsbetonung sichert sich wahrscheinlich das Alkalische unter allen Mischungserscheinungen des fraglichen Sinnes in der unmittelbaren Erfahrung eine so hervorragende Selbständigkeit. Innerhalb des dreidimensionalen Geföhlsystems²⁾ wird das alkalische Geschmacksgeföhle seine Stelle finden in der Richtung der Unlust, zugleich aber inclinirt es nach Seite der Erregung.

Trotz einzelner experimenteller Anläufe haben sich mir über das Metallische keine nennenswerthen Erfahrungen erschlossen; so geneigt ich sein möchte, a priori die im Vorstehenden entwickelte Ansicht über das Alkalische auch auf das Metallische zugleich mit auszu dehnen, so muss ich begreiflicher Weise aus Mangel an empirischen Unterlagen damit zurückhalten.

Inwieweit die vier Geschmacksqualitäten mit ganz bestimmten physikalischen und chemischen Eigenschaften der Schmecksubstanzen in innerem Zusammenhange stehen, ist nach dem heutigen Stande der Forschung noch immer räthselhaft. Dankenswerthe Ansätze, das Dunkel aufzuhellen, liegen vor in den Arbeiten von Höber und Kiesow³⁾, Th. Richards⁴⁾, W. Sternberg⁵⁾. Wie die Psychologie

1) Bemerkungen zur Theorie der Geföhle. Philos. Studien, XV, S. 166.

2) Wundt, Grundriss der Psychologie, 3. Aufl., S. 98.

3) R. Höber u. Fr. Kiesow, Ueber den Geschmack von Salzen und Laugen. Zeitschr. f. physikal. Chemie, XXVII, 4, S. 601—616.

4) Th. Richards, Chem. Centralbl., 1898, I, S. 704. Original in: Americ. Chem. Journ., XX, p. 121 ff.

5) Sternberg, Beziehungen zwischen dem chemischen Bau der süß und

des Gehörs- und Gesichtssinnes durch die Physik umfassende Vorarbeit und stete Förderung erfahren hat, so darf vielleicht die Psychologie des Geschmackssinnes erst noch auf eine gleichwerthige Unterstützung durch die Chemie hoffen. Aber die Chemie würde sicher die Grenzen, die ihr durch den einseitigen Standpunkt naturwissenschaftlicher Betrachtungsweise gezogen sind, überschreiten, wenn sie von sich aus die Thatsachen der unmittelbaren Erfahrung innerhalb des Geschmackssinnes erklären wollte. Als Chemiker schließt Sternberg seine Analyse der Schmecksubstanzen mit dem theoretischen Satze, dass der Geschmack eine hervorragend constitutive Eigenschaft der Verbindungen sei, als Psycholog würde er in Verlegenheit gerathen, wenn er aus dieser These z. B. die Erscheinungen des Contrastes ableiten sollte. Die Sternberg'schen Untersuchungen erstrecken sich bis jetzt nur auf die Qualitäten Süß und Bitter; zwischen diesen beiden ist nun gerade ein gesetzmäßiges Contrastverhältniss, soweit ich die einschlägige Literatur übersehen kann, nicht behauptet worden, sondern nur als individuelles Vorkommniss¹⁾, aber die Begründung, dass der Contrast deshalb bezweifelt werden dürfte, weil das Molecül der süß schmeckenden Verbindungen nicht grundverschieden von dem der bitter schmeckenden ist, muss der Psycholog als Erklärungsprincip entschieden abweisen.

Viertes Capitel.

Die Intensität der Geschmacksempfindungen.

Bei der experimentellen Untersuchung des Geschmackssinnes wird der Psycholog unwillkürlich versucht sein, beständig hinüberzublicken auf die wissenschaftliche Behandlung des Gesichtssinnes. Schon der chemische Charakter in der Transformation der äußeren Reize innerhalb beider Sinne lässt im voraus ein solches Beginnen begreiflich erscheinen; dieser Uebereinstimmung ist es wohl zum Theil auch zuzuschreiben, dass aus dem wissenschaftlich ungleich mehr geförderten Sinnesgebiete eine fast parallele Problemstellung in die Psychophysik des Geschmackssinnes Eingang gefunden hat. Es sei hier nur daran

bitter schmeckenden Substanzen und ihrer Eigenschaft zu schmecken. *Archiv f. Physiol. u. Anatomie, physiol. Abth.*, 1898, S. 451—483.

1) Kiesow, *Philos. Studien*, X, S. 561.

erinnert, mit welcher Sorgfalt z. B. Kiesow den Spuren des Contrastes und Complementarismus der Geschmacksempfindungen nachgegangen ist, um diese Frage nach ihrer physiologischen wie psychologischen Seite in entsprechender Weise wie bei den Farbeindrücken zu beantworten. In methodischer Beziehung wird der Experimentator durch eine solche Vergleichung seiner Specialaufgabe mit der Psychologie des Gesichtssinnes manche dankenswerthe Förderung erfahren und sich zu gesteigerter Genauigkeit und Sorgfalt anspornen lassen. Freilich erwecken auch solche Vorerwägungen hochgespannte Erwartungen, die in Wirklichkeit für dieses Sinnesgebiet gar nicht erreichbar sind. Als es galt, die Intensitätsuntersuchung der Geschmacksempfindung in ihrer localen Bedingtheit am percipirenden Organe in Angriff zu nehmen, wurde der Arbeitsplan durch die experimentelle Untersuchung über die Farbentüchtigkeit der Netzhaut beeinflusst. Die Ergebnisse der Beobachtungen über die letztere haben bei Kirschmann¹⁾ und Hellpach²⁾ einen treffenden graphischen Ausdruck in den Netzhaut-Isochromen gefunden.

Es schien ein verlockendes Unternehmen zu sein, die Kenntniss über die Geschmackstüchtigkeit der Zunge in qualitativer wie intensiver Beziehung in gleicher Weise sicher zu stellen. Wenn man alle Geschmackspunkte gleicher Sensibilität für jede Geschmacksart ermittelte und diese unter einander verbände, so müsste ein System von Linien entstehen, welches Zonen gleicher Empfindlichkeit abgrenzte, und diese Curven könnten als Isochymen (von *χυμός*, Geschmack) den anschaulichen Ausdruck einer ähnlichen Thatsache bilden wie die Isochromen für die Netzhaut. Eine solche punktuelle Untersuchung des Geschmacksgorganes schien vielleicht deswegen nicht ein durchaus abenteuerliches Streben zu sein, weil ja Oehrwall³⁾ und nach ihm Kiesow⁴⁾ eine große Zahl von Geschmackspapillen in Rücksicht auf das Gesetz der specifischen Energie der Sinne isolirt durchgeprüft haben. Solche Detailuntersuchungen brauchten ja nur mit Bezugnahme auf die Reizschwellen am Geschmacksgorganen räumlich allseitig fortgeführt zu

1) Kirschmann, Philos. Studien, VIII, S. 592 ff.

2) Hellpach, Philos. Studien, XV, S. 524 ff.

3) Oehrwall, Untersuchungen über den Geschmackssinn. Skand. Archiv f. Physiol., II, S. 1 ff.

4) Kiesow, Schmeckversuche an einzelnen Papillen. Phil. Stud. XIV, S. 591 ff.

werden. Der Realisirung dieser Absichten stellten sich jedoch sofort Hindernisse in den Weg. Schon der Reichthum der zugängigen Geschmackspapillen würde zu einer einmaligen Durchprüfung an einem Reagenten eine Versuchsfülle erfordern, die, abgesehen von technischen Schwierigkeiten, lediglich in ihrem Umfange der Umsicht des Versuchsleiters und der Nachsicht des Beobachters schier unüberwindliche Zumuthungen auferlegte. Dabei ist noch gar nicht einmal bedacht, dass erst durch mannigfache gleichwerthige Wiederholungen der Experimente die erforderliche Grundlage für allgemeine Folgerungen zu gewinnen ist.

Nun kommt noch hinzu, dass die Zunge nach Form und Größe gleichsam ein variables Organ ist, das sich nicht wie die Netzhaut als geometrisch constantes Gebilde behandeln lässt. Auch muss der Psycholog des Geschmackssinnes auf Erleichterungen verzichten, wie sie in der Fernwirkung des Auges ihren Grund haben. Am Perimeter kann man gewissermaßen makrokosmisch die betreffenden Versuche ausführen, die man durch Berechnung der entsprechenden Netzhautbilder mikrokosmisch verwerthen kann. Der Geschmackssinn ist aber in des Wortes engster Bedeutung ein Nahesinn. Bei Schmeckversuchen muss der Experimentator die Reize durch unmittelbare Berührung auf das Organ bringen, und noch dazu mit groben Instrumenten. Nach alledem wird von einer Feinheit der Versuchsführung wie in der Erforschung des chromatischen Sehens in den verschiedenen Regionen der Netzhaut in dem vorliegenden Sinnesgebiete nicht die Rede sein können. Gleichwohl haben diese Vorerörterungen den Gang der Untersuchung dahin bestimmt, dass die Endergebnisse der Reizschwellerermittlung neben anderem auch einen graphischen Ausdruck gefunden haben, wenn auch nicht in Form eines Liniensystems, so doch in einem punktuellen schematischen Bilde ähnlicher Art, wie durch ein solches die politische Geographie die Bevölkerungsdichtigkeit der einzelnen Landschaften darzustellen pflegt.

Jede Versuchsreihe der Schwellerermittlung ist gleich in der Weise vorgenommen worden, dass jedes Protocoll eine directe Vorarbeit für die letzte Zusammenstellung enthielt. Dazu entwarf ich mir von der mäßig vorgestreckten Zunge der Versuchsperson eine Contourenzeichnung wie in Fig. 1. Allerdings weichen die Zungen der verschiedenen Reagenten nach Volumen und Gestalt merklich

von einander ab; schließlich lässt sich aber doch für die vorliegenden Zwecke diese individuelle Mannigfaltigkeit auf zwei Grundtypen reduciren, nämlich auf eine kurze breite, und länglich schmale Form. Zwei Schemata genügten somit vollauf als Protocollunterlagen.

Die Versuche begannen an der Zungenspitze; war nun in der Application der minimal abgestuften Schmecksubstanzen derjenige Concentrationsgrad erreicht, welcher eine ebenmerkliche Empfindung auslöst, so wurde der homologe Punkt in dem Protocollschema mit der Procentzahl der Reizflüssigkeit versehen. Diese Zahl ist zugleich das directe Maß für die Schmeckfähigkeit des berührten Zungentheils innerhalb der erzeugten Qualität. Die subjective Empfindlichkeit steht nun zur Stärke des objectiven Reizmittels in einem reciproken Verhältnisse. Je kräftiger die Geschmacksflüssigkeit sein muss, welche an der zu afficirenden Stelle des Organs eine unzweideutige Empfindung auslöst, um so schwächer ist die Perceptionsfähigkeit der gereizten Stelle. Somit sind die auf dem angegebenen Wege ermittelten und in den beigefügten Tabellen gesammelten Zahlen die absoluten Schwellenwerthe für die untersuchten Punkte. Außer der Spitze gewähren die Stellen am hinteren Zungenrande des so variablen Organs einen sicheren Anhalt, welche rechts und links in der Verlängerung der linear angeordneten Pap. vall. liegen (Fig. 1, *F* und *K*). Drei unverschiebbare Punkte boten sich somit für die experimentelle Einwirkung dar, bei deren Markirung im Protocollschema sich Schwankungen mit Sicherheit vermeiden ließen. Diesen dreien reihen sich als eben so gewiss zu treffende Reizstellen die Mitte der beiderseitigen Zungenränder an. Was nun die Sensibilitätsermittlung an der Verbindungsstrecke der hervorgehobenen Punkte betrifft, so überzeugte mich die Erfahrung gar bald, dass es vollauf genügte, wenn immer je zwei gleichweit von einander entfernte Stellen darin geprüft

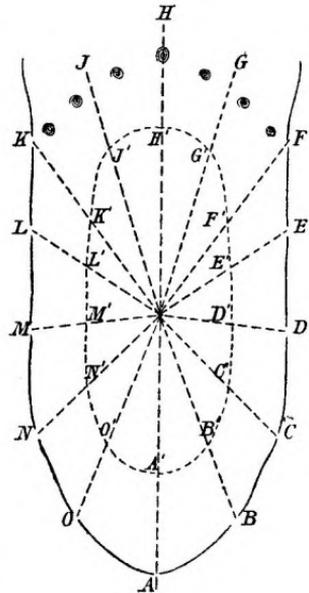


Fig. 1.

Die Punkte *F* und *K* sind die Punkte am hinteren Zungenrande, die Punkte *A* bis *O* sind die Punkte am vorderen Zungenrande, die Punkte *A'* bis *O'* sind die Punkte am hinteren Zungenrande, die Punkte *H* bis *O* sind die Punkte in der Mitte der Zunge.

wurden. Auf kleinere Zwischenräume ließen sich die Abschwächungen bezw. Steigerungen der Perceptionsfähigkeit zahlenmäßig nicht so genau auseinanderhalten, zumal die flüssigen Schmeckssubstanzen in den Speichel diffundiren und dadurch dem Geschmackseindrucke seinen örtlich eingeschränkten Charakter nehmen. In Folge der zahlreichen Wiederholungen der Experimente wächst ja nicht allein die manuelle Sicherheit des Versuchsleiters in der Verabreichung der Geschmacksflüssigkeit, sondern auch die Schärfe in der Distanzschätzung am Zungenkörper des Reagenten, so dass ich schließlich auch ohne nachdrückliche Bezugnahme auf die anfangs markirten Punkte an den verschiedenen Versuchstagen identische Stellen des Organs zu afficiren im Stande war. Bisher ist nur der Schwellenermittlung am Zungenrande gedacht worden; es erübrigt noch, auf die gleichartige Untersuchung der anderen Regionen der Schmeckfläche hinzuweisen. Damit die Feststellung der local bedingten Reizschwellen möglichst lückenlos vor sich gehe, dachte ich mir von der Zungenmitte aus nach den untersuchten Punkten des Randes ein Strahlenbild, wie es in Fig. 1 durch die unterbrochenen Linien skizzirt ist. Dieses Liniensystem projecirte ich dann auf die Zungenoberfläche meiner Versuchspersonen. In der Richtung der imaginären Hülfslinien ließ ich nun die äußeren Reize vom Zungenrande aus nach der Mitte zu einwirken und notirte mir an den homologen Punkten des Contourenbildes die absoluten Schwellenwerthe. Auf diese Weise hoffe ich die Schmeckfläche der Zunge möglichst allseitig durchforscht zu haben.

Als allgemeine Thatsache, die ich der leichteren Darstellung wegen gleich an diesem Orte vorausnehmen will, ergab sich hierbei, dass die Oberfläche der Zunge bezüglich der Schmeckfunction in zwei Zonen zerfällt, in eine peripherische perceptionsfähige und eine centrale geschmackslose Zone. Die Grenze zwischen beiden ist nicht als mathematische Linie zu denken, sondern als ein Grenzsaum. Diffusion der Reize einerseits und mangelhafte Localisation andererseits lassen eine exacte lineare Abgrenzung nicht zu. Die am weitesten nach innen zu gelegenen Punkte, an welchen gerade noch mit einer deutlichen Geschmacksempfindung reagirt wurde, habe ich in Fig. 1 mit A' , B' , C' etc. bezeichnet. Verbindet man die letzteren unter einander, so gewinnt man die Grenze zwischen den beiden in ihrem Verhalten so grundverschiedenen Zonen. An diesem Grenzsaume

schwankt die Schärfe der Auffassung nicht nur individuell weit mehr als am Zungenrande, sondern auch die unter gleichen Bedingungen vorgenommenen Versuchsreihen bei einem und demselben Reagenten lassen die gewünschte Constanz vermissen. Die mittlere Variation ist an der Innenseite der perceptionsfähigen Zone auffallend groß.

Alle die auf dem dargestellten Wege erlangten Schwellenwerthe habe ich in Tabellen gesammelt, die aber nur unter Bezugnahme auf das Protocollschema Fig. 1 zu verstehen sind. Die Zahlen enthalten das arithmetische Mittel aus fünf möglichst einwandfreien Experimenten für jeden normirten Punkt. Aus einem Vergleiche der verticalen Rubriken kann man die persönlichen Unterschiede in der Auffassung der Geschmacksreize ablesen. Für die Perceptionsfähigkeit des Geschmacksgürtels an den verschiedenen Punkten seiner Breitenausdehnung ist es mir nicht gelungen, an jedem Reagenten eine gleichgroße Zahl von sauber isolirten Resultaten zu gewinnen. Die Zunge ist ja gerade hier stark gewölbt, in Folge dessen läuft die Schmecksubstanz ungemein leicht in die Breite, und die Reizung geht vielmals an einer anderen Stelle vor sich, als da, wo sie beabsichtigt war. Trotzdem enthalten meine Versuchsprotocolle eine ganze Anzahl Ergebnisse, bei welchen derartige Zweifel ausgeschlossen waren, sie haben auch das abschließende Urtheil über die räumliche Vertheilung der Geschmackssensibilität der Zunge mit beeinflusst, darum werde ich sie am geeigneten Orte der Abhandlung mit einschalten; nur lassen sich diese Resultate nicht schematisiren wie die übrigen, man müsste ihnen denn Gewalt anthun. Durch öftere Coincidenz der an einzelnen Versuchstagen doch nur theilweise ausgefüllten Protocoll-schemata des nämlichen Reagenten innerhalb jeder Qualität controlirt der Versuchsleiter am besten, welche Schmeckpunkte etwa vernachlässigt worden sind und darum in der Folge mehr berücksichtigt werden müssen. Erwies sich somit die Form der Protocollführung äußerst zweckmäßig für die Ebenmäßigkeit in der Versuchsführung, so erleichterte sie auch die erstrebte anschauliche, bildmäßige Darstellung der Perceptionsfähigkeit der Zungenoberfläche. Dabei handelt es sich darum, den arithmetischen Ausdruck der Geschmackstüchtigkeit in ein Raumbild umzuwandeln. Zu diesem Zwecke entwarf ich auf carrirtem Papier ein analoges Zungenbild wie in Fig. 1, aber mit

einem Längsdurchmesser von 0,5 m¹⁾. Für jede Geschmacksqualität wählte ich ein besonderes Zeichen; durch Häufung der Symbole soll die gesteigerte, durch weiträumige Anordnung die geringere Sensibilität zur Darstellung kommen, und die Abstufungen zwischen der maximalen und minimalen Empfindlichkeit können leicht durch Variation in der Dichtigkeit dieser Ausdrucksmittel veranschaulicht werden. Damit sich nun auch die Gesetzmäßigkeit der psychophysischen Thatsache in dem Bilde widerspiegelt, habe ich die absoluten Schwellenwerthe, allerdings nur in Näherungszahlen, für jede spezifische Qualität auf einen gleichen, möglichst kleinen Nenner gebracht, in diesen kleinen Zahlen kann man dann leicht innerhalb jedes Grundgeschmacks die Schwellenwerthe vergleichsweise übersehen. Die größte absolute Schwelle gilt nach dem reciproken Verhältnisse von äußerem Reiz und subjectiver Empfindlichkeit als Maß der geringsten Perceptionsfähigkeit. Setzen wir diesen niedrigsten Sensibilitätsgrad gleich Eins, so können wir jede gesteigerte Intensität daran messen. Wir nehmen die Quotienten aus den absoluten Schwellenzahlen als Factoren für die gesteigerte Perceptionsfähigkeit. Wenn z. B. die absolute Reizschwelle für Süß an der Zungenspitze 0,335 beträgt, an der Basis aber 0,670, so wird in diesem Falle die Sensibilität an der Spitze noch einmal so groß sein als an der Zungenbasis. Die graphische Darstellung wird demnach an der Zungenspitze auf gleicher Raumbstrecke doppelt so viel Zeichen unterbringen müssen als an der Basis. Nach zwei Dimensionen, das liegt schon in dem Begriffe Schmeckfläche, verschiebt sich die Perceptionsfähigkeit in dem peripheren Geschmacksgürtel, einerseits in der Breitenausdehnung, anderseits in Parallelrichtung zur Zungenperipherie; entsprechend muss sich auch der Dichtigkeitsgrad der symbolischen Zeichen ändern. Weil zuletzt der Versuch gewagt werden sollte, die Geschmackstüchtigkeit bezüglich aller vier Qualitäten an einem Zungenbilde zur Darstellung zu bringen, so mussten vier verschiedene Zeichen in Anwendung kommen.

Ehe wir die Erörterungen allgemeiner, bezw. methodischer Art verlassen und zur Discussion der gewonnenen Resultate übergehen, sei noch kurz begründet, warum sich die Reizschwellermittlung in

1) Die erforderliche Verkleinerung dieser Zungenbilder hat Hr. Curt Zwiefel im Atelier der hiesigen photographischen Gesellschaft freundschaftlicher Weise übernommen.

dem angedeuteten Umfange nur auf die Zunge und nicht zugleich auf die übrigen schmeckenden Theile der Mundhöhle bezieht. Man könnte doch wenigstens eine gleich ausgedehnte Prüfung des Palatum molle und des Velum erwarten. Experimente in dieser Richtung sind meinerseits wiederholt vorgenommen worden, aber organische Hindernisse ließen das Unternehmen zu keinem befriedigenden Abschluss gelangen. Die zarte Berührung der fraglichen Stellen in der Mundcavität mit den weichen Haarpinseln erzeugte bei den meisten Beobachtern die Tastempfindung des Kitzels, bei ihr ist aber eine klare Apperception ebenmerklicher Geschmacksreize von vornherein ausgeschlossen. Bei einzelnen Reagenten blieb diese Störung aus, aber die Versuche unterschieden sich von denen an der Zunge durch auffallend lange Perceptionszeiten, und schließlich localisirte der Reagent die Geschmacksempfindung ganz allgemein im hinteren Mundraume. Es scheint, als wenn in dieser Region die Schmeckstoffe besonders in die Poren eingedrückt werden müssten, wenn eine deutliche Empfindung entstehen soll, wie es bei jeder Schlingbewegung thatsächlich geschieht. Versucht man etwa durch künstlichen Druck die Geschmacksflüssigkeiten zu appliciren, so treten wieder störende Schlingreflexe auf, und dann ist erst recht nicht an ein apperceptives Erfassen ebenmerklicher Geschmacksinhalte zu denken. Nach diesen hier nur skizzenhaft angedeuteten Zwischenfällen gab ich es auf, an diesen Theilen des Organs eine gleich ausgedehnte Schwellenbestimmung vorzunehmen wie an der Zunge. Nicht ganz resultatlos verliefen die experimentellen Beobachtungen an der Medialzone des weichen Gaumens und des Velum. In Folge der leichteren Zugängigkeit kann man an diesem Punkte distincte Reizungen ausführen. Die Resultate scheinen auch einer beschränkten Gesetzmäßigkeit nicht ganz zu entbehren. Die absoluten Schwellen ergeben für die gleichzeitig gereizte Mitte des weichen Gaumens und des Velum nachstehende arithmetische Mittel aus 15 Einzelversuchen:

Süß:	0,755
Salzig:	0,370
Sauer:	0,0411
Bitter:	0,00022

Vergleichen wir mit diesen Zahlen die kleinsten und größten Reizschwellen für jede entsprechende Qualität an der Zungenperipherie,

so wird uns auffallen, dass die ersteren annähernd die Mitte bilden zwischen der größten und kleinsten qualitativ gleichen Reizschwelle an der Zungenumrandung. Diese Einzelbeobachtungen lassen sich somit in den allgemeinen Satz zusammenfassen: Die Perceptionsfähigkeit der Medialregion des weichen Gaumens und des Velum liegt für alle vier Geschmacksqualitäten ungefähr in der Mitte der qualitativ entsprechenden maximalen und minimalen Sensibilität der Zungenperipherie.

1. Schwellenermittlung für Süß.

Aus Tabelle I ist ohne weitere Interpretation ersichtlich, dass die gesteigertste Perception für Süß an der Zungenspitze und in den nach rechts und links unmittelbar sich anschließenden Gebieten liegt. Wenn diese Thatsache in dem kurzen Satze ihren Ausdruck findet: »Süß wird an der Zungenspitze am intensivsten empfunden«, so ist die Bezeichnung Zungenspitze eben in dem erweiterten Sinne zu verstehen. In der engsten Bedeutung des Wortes scheint die Spitze ganz hervorragend für Tasteindrücke adaptirt zu sein, hier ist ja auch, wie wir seit Weber¹⁾ wissen, die Raumschwelle des Tastsinnes am kleinsten. Gehen wir von der Spitze aus an den Rändern hin, so lässt die Perceptionsfähigkeit für Süß beständig nach, im hinteren Randdrittel erhält sie sich beiderseitig eine Strecke hindurch annähernd auf gleicher Höhe, sie sinkt aber ganz merklich wieder auf den Pap. vall. und ihrer linearen Verbindung. Würde man die soeben markirte periphere Umgrenzung der Geschmacksfläche der Zunge als Abscisse auffassen und in allen durchgeprüften Randpunkten, wie sie in der Tabelle bezeichnet sind, die absoluten Reizschwellen in ihrer reciproken Umdeutung als Ordinaten errichten, so würde die Perceptionsfähigkeit des Zungenrandes für Süß in einer Curve veranschaulicht werden, deren Maximum an der Zungenspitze läge, nach beiden Seiten zu würde sie anfangs stetig fallen, dann eine Strecke parallel zur Abscisse verlaufen und über den Pap. vall. ihr Minimum aufweisen (Fig. 5 ). Für die innere Grenze (Fig. 1, A', B', C' etc.) würde die Intensitätscurve ein ganz analoges Bild ergeben, nur nicht mit so großen Ordinatendifferenzen, verhalten

1) Wundt, *Physiol. Psychologie*, 4. Aufl., II, S. 6—8.

Tabelle I. Schwellenwerthe für Süß.

		Linke	Bergemann	Wictoroff	Dr. Moebius	Mittelwerthe	
<i>O</i>		0,400	0,413	0,366	0,355	0,384	
	<i>O'</i>	0,750	0,633	0,800	0,800	0,746	
<i>A</i>		0,383	0,380	0,333	0,300	0,349	
	<i>A'</i>	0,678	0,560	0,800	0,800	0,709	
<i>B</i>		0,400	0,466	0,366	0,350	0,396	
	<i>B'</i>	0,750	0,630	0,800	0,800	0,745	
<i>C</i>		0,400	0,500	0,500	0,450	0,462	
	<i>C'</i>	0,950	0,900	1,000	0,800	0,912	
<i>D</i>		0,700	0,675	0,600	0,480	0,614	
	<i>D'</i>	1,000	0,850	0,950	0,820	0,905	
<i>E</i>		0,816	0,750	0,750	0,750	0,767	
	<i>E'</i>	1,030	0,930	0,900	0,900	0,940	
<i>F</i>		0,833	0,750	0,850	0,820	0,813	
	<i>F'</i>	1,030	1,100	0,900	0,900	0,982	
<i>G</i>		1,600	1,333	0,900	0,800	1,156	
	<i>G'</i>	1,600	1,333	0,950	0,950	1,208	
<i>H</i>		1,600	1,333	0,900	0,800	1,158	
	<i>H'</i>	1,600	1,333	0,900	0,950	1,195	
<i>I</i>		1,600	1,333	0,900	0,780	1,153	
	<i>I'</i>	1,600	1,333	0,955	0,950	1,209	
<i>K</i>		0,816	0,750	0,900	0,800	0,817	
	<i>K'</i>	1,030	1,130	0,925	0,900	0,996	
<i>L</i>		0,850	0,750	0,650	0,780	0,758	
	<i>L'</i>	0,050	0,900	0,920	0,920	0,948	
<i>M</i>		0,700	0,675	0,600	0,480	0,614	
	<i>M'</i>	1,000	0,900	0,900	0,850	0,912	
<i>N</i>		0,400	0,500	0,510	0,810	0,475	
	<i>N'</i>	0,975	0,900	0,990	0,810	0,919	

Spitze

linker Rand

Basis

rechter Rand

sich doch die absoluten Reizschwellen von A' u. H' ca. wie 1:2, während zwischen A und H das Verhältniss von 1:3 obwaltet. Die Schmeckfläche für Süß, die sich concentrisch um die anästhetische Mittelzone legt, ist in ihrer Breitenausdehnung nicht überall gleich, einmal nach der Zungenspitze und dann wieder nach der Basis hat sie einen größeren Durchmesser als an den Seiten. Nun fragt es sich noch: Wie verhalten sich die geschmackempfindlichen Punkte innerhalb des Geschmacksgürtels? Meinen Protocollen entnehme ich darüber folgende Mittelwerthe, welche aus je 15 Einzelversuchen gewonnen sind; die absolute Schwelle beträgt zwischen:

C und C' :	0,710
E » E' :	0,820
G » G' :	1,000
H » H' :	1,020
L » L' :	0,850
N » N' :	0,672

Halten wir den inneren und äußeren Schwellenwerth des nämlichen Radius daneben, so erkennen wir, dass die Sensibilität von der peripheren Umrandung des Geschmacksfeldes nach der Mitte zu stetig abnimmt. Eine difficultere Untersuchung der Breitenausdehnung war mir aus den oben entwickelten Gründen nicht möglich.

Es erübrigt noch, die Resultate der Reizschwellerermittelung für Süß, wie sie zahlenmäßig in Tabelle I gegeben und in dem beigefügten Bilde Fig. 2 räumlich anschaulich dargestellt sind, in kurzen Sätzen auszudrücken:

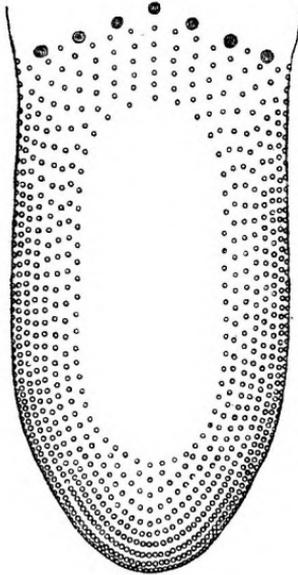


Fig. 2.

1. Süß wird an allen Punkten der Zungengeschmackszone empfunden, aber in abgestufter Intensität.

2. Das Empfindungsmaximum für Süß liegt an der Zungenspitze, das Minimum im Bezirke der Papillae vallatae.

3. Die Perceptionsfähigkeit für Süß nimmt nicht nur beiderseitig von der Spitze aus in der Parallelrichtung zum Zungenrande nach der Basis, sondern auch von der Peripherie in centripetaler Richtung stetig ab.

Die tägliche Erfahrung bietet uns Geschmacks- und Geruchseindrücke meist derart miteinander verbunden dar, dass nicht nur das populäre Bewusstsein, sondern auch die ältere Sinnesphysiologie den wirklichen Gesamteindruck als einen durchaus einheitlichen und untheilbaren hinnimmt. Als olfactorisches Schmecken oder gustatorisches Riechen, je nachdem der inducirende Reiz vorzugsweise diesem oder jenem Sinnesgebiete angehört, hat man die Complication in den Kreis wissenschaftlicher Beobachtung gezogen. Dabei sind nun auch Erfahrungen gemacht worden, welche auf anderem Wege die Erscheinung der hervorragenden Adaptation der Zungenspitze für süße Geschmacksreize bestätigen. So bemerkte Rollett¹⁾, wenn er mit Chloroformdämpfen geschwängerte Luft durch die Nase einzog, im Rachen und an der hinteren Fläche des weichen Gaumens neben der Kälte- auch eine Süßempfindung; die letztere trat aber viel intensiver auf, wenn er das fragliche Reizmittel durch den Mund einschlürfte, sie verdrängte die leise Kälteempfindung, die anfangs noch bemerkbar war; ihre Intensität verringerte sich von vorn nach hinten. Offenbar hat die größere Deutlichkeit und Klarheit der Süßempfindung ihre Ursache darin, dass diesmal die vordere Region der Zunge unmittelbar afficirt wurde. Nicht minder wird dieselbe Thatsache durch eine dritte Variation des nämlichen Experimentes erwiesen. Rollett hielt mittels eines Hornlöffels ein mit Chloroform getränktes Wattebäuschchen freischwebend im geschlossenen Munde; in dem Momente, wo er den Mund öffnete, bemerkte er neben der Kälte- eine rasch vorübergehende Süßempfindung, und diese wiederum ganz besonders deutlich an den vorderen Theilen der Zunge. Beim Schließen des Mundes und der Bewegung des Speichels durch die Zunge tauchte die Süßempfindung abermals auf und Rollett fügt ausdrücklich hinzu: »Namentlich in den vorderen Partien der Zunge«.

Die Benennung des Vorganges als olfactorisches Schmecken erinnert den Psychologen unwillkürlich an die in ihrer Bedeutung so vielfach überschätzte Erscheinung der Audition colorée. Eine Parallele zwischen beiden würde bereits erschöpft sein in dem Hinweise, dass es sich hier wie dort um eine Complication zweier disparater Qualitäten-

1) Rollett, Beiträge zur Physiologie des Geruchs, des Geschmacks, der Hautsinne und der Sinne im allgemeinen. Pflüger's Archiv LXXIV, S. 383—465. 1899.

systeme handelt, aber eine Wesensgleichheit des psychologischen Processes liegt keineswegs vor. In der Audition colorée erblicken wir mit Recht nur eine associativ erworbene Verknüpfung, die vorwiegend durch qualitativ gleichartige Gefühle vermittelt wird. Ihr seltenes und dazu rein individuelles Auftreten bestärkt nicht minder die Vermuthung, dass diese Association erst durch mehr oder weniger bewusste Uebung aus einer successiven in eine simultane übergeführt worden ist. Das olfactorische Schmecken hingegen ist eine in physiologischen Bedingungen begründete allgemeine Erscheinung. Gewisse Reize aus unserer Umwelt afficiren eben gleichzeitig die peripheren Endorgane sowohl des Geschmacks- als auch des Geruchssinnes, und unsere Organisation kommt einer solchen Complicationswirkung dadurch entgegen, dass die beiden in ihrem Verhalten so ähnlichen Sinnesapparate auch räumlich einander ungemein nahe gerückt sind.

2. Schwellenermittlung für Bitter.

Außer bei Süß wird der Empfindungsinhalt bei Bitter relativ am wenigsten von störenden Tastempfindungen beeinträchtigt. Dieser Umstand erleichtert die Schwellenermittlung für diese Qualität, die ohne Schwanken sofort rein erkannt wird. Die mittlere Variation ist darum bei einem und demselben Reagenten gering; anderseits aber unterliegt gerade das Empfindlichkeitsminimum für Bitter großen individuellen Abweichungen. Nicht geringe Wahrscheinlichkeit spricht dafür, dass die Gewohnheit des Rauchens diese Abweichungen mit bedingt, und zwar in der Weise, dass bei Rauchern in der vorderen Region der Zunge, wo ohnedies die Empfindlichkeit für die fragliche Qualität gering ist, die Perceptionsfähigkeit weit mehr herabgedrückt ist als bei Nichtrauchern. Im Bezirke der Pap. vall., die ganz eminent für bittere Reize adaptirt sind, scheint das Rauchen eine gleich relative Verschiebung der Reizschwelle nicht zu bewirken. Man vergleiche dazu die 2. und 4. Verticalcolumnne in Tabelle II miteinander. Die Resultate von Dr. M. enthalten die Schwellenwerthe für Bitter von einem Raucher; die Mittelwerthe aus den Versuchen mit A1. sind das Maß der Bitterempfindlichkeit bei einem Nichtraucher. Wenn der Unterschied der absoluten Reizschwellen an der Zungenbasis zwischen Dr. M. und A1. nur 0,00003 beträgt, so wächst die absolute

Tabelle II. Schwellenwerthe für Bitter.

	Linke		Alechsieff		Bergemann		Dr. Moebius		Mittelwerthe	
O	0,00028		0,00025		0,00042		0,00045		0,00035	
O'		0,00076		0,00070		0,00080		0,00085		0,00078
A	0,00030		0,00028		0,00045		0,00050		0,00038	
A'		0,00080		0,00075		0,00080		0,00085		0,00080
B	0,00030		0,00025		0,00042		0,00045		0,00036	
B'		0,00076		0,00070		0,00080		0,00085		0,00078
C	0,00030		0,00022		0,00035		0,00040		0,00032	
C'		0,00072		0,00066		0,00075		0,00080		0,00073
D	0,00024		0,00020		0,00035		0,00042		0,00030	
D'		0,00070		0,00066		0,00070		0,00080		0,00073
E	0,00018		0,00015		0,00020		0,00025		0,00019	
E'		0,00066		0,00060		0,00060		0,00070		0,00064
F	0,00006		0,00005		0,00007		0,00008		0,00006	
F'		0,00060		0,00050		0,00040		0,00042		0,00048
G	0,00006		0,00005		0,00007		0,00008		0,00006	
G'		0,00035		0,00030		0,00040		0,00042		0,00037
H	0,00006		0,00005		0,00007		0,00008		0,00006	
H'		0,00035		0,00030		0,00040		0,00042		0,00037
I	0,00006		0,00005		0,00007		0,00008		0,00006	
I'		0,00035		0,00030		0,00040		0,00042		0,00037
K	0,00006		0,00005		0,00007		0,00008		0,00006	
K'		0,00060		0,00045		0,00045		0,00042		0,00048
L	0,00020		0,00015		0,00022		0,00028		0,00021	
L'		0,00066		0,00055		0,00065		0,00072		0,00065
M	0,00024		0,00020		0,00032		0,00040		0,00029	
M'		0,00072		0,00065		0,00070		0,00080		0,00072
N	0,00028		0,00024		0,00035		0,00042		0,00032	
N'		0,00076		0,00064		0,00075		0,00080		0,00074

Spitze

linker Rand

Basis

rechter Rand

Differenz an der Zungenspitze bis 0,00022 an. Eine kritische Betrachtung der Kiesow'schen¹⁾ Tabelle der absoluten Reizschwellen für Bitter nöthigt mich zu der Annahme, dass die Versuchsperson H. ein Raucher und Reagent G. ein Nichtraucher war. Durch diese Voraussetzung würde nicht nur der große individuelle Unterschied in den Reizschwellen beider überhaupt, sondern auch die auffallend große Differenz in der Empfindlichkeit an der Zungenspitze (= 0,00034) und die bei weitem geringere an der Basis (= 0,00008) für mich erklärbar sein.

Auch Tabelle II wird erst verständlich, wenn man sich die Zahlen wieder übertragen denkt in das Contourenbild Fig. 1.

Versuchten wir etwa auch für diese Qualität entsprechend wie bei Süß die local bedingte Empfindlichkeit in Curven zur Darstellung zu bringen, wenigstens für die äußere und innere Grenzlinie des schmeckenden Zungengürtels, so würde die Convexität bezw. Concavität der beiden Curven ebenfalls homolog zu einander liegen, der Krümmungsgrad der inneren Curve würde natürlich viel geringer sein müssen als bei der äußeren, wie eine vergleichsweise Betrachtung der auf den Radien central vorgeschobenen Schwellenwerthe ohne weiteres ergibt. An der Zungenbasis hat die Function des Bitterschmeckens ihre größte und an der Spitze ihre geringste Entwicklung; danach würde sich das Curvenmaximum über den Pap. vall., das Minimum über der Zungenspitze und den ihr unmittelbar benachbarten Theilen des Zungenrandes erheben (Fig. 5 -□-□-□).

Ueber das Verhalten der schmeckenden Elemente innerhalb der Breitenausdehnung der Geschmackszone geben folgende Zahlen Aufschluss, die wiederum als arithmetische Mittel aus je 15 möglichst einwandfreien Versuchen gewonnen worden sind. Zwischen:

A und A'	=	0,00055
D > D'	=	0,00052
E > E'	=	0,00040
H > H'	=	0,00020
K > K'	=	0,00025
L > L'	=	0,00042
M > M'	=	0,00050
O > O'	=	0,00060

1) Philos. Studien, X, S. 363.

Setzt man diese Zahlen in Relation zu den auf derselben Linie befindlichen Grenzwerten, so erkennt man, dass sie im Vergleiche zu jenen der Ausdruck einer mittleren Perceptionsfähigkeit sind. Die Sensibilität für Bitter nimmt demnach auch von der Peripherie aus nach dem geschmackslosen Mittelgebiete der Zunge stetig ab.

Ueber die deutliche Localisation der Bitterempfindung in dem Bezirke der Pap. vall. und foliatae herrscht in der Physiologie wie Psychologie unbestrittene Uebereinstimmung. Von den neueren Zeugnissen für diese Thatsache sei wieder auf Rollett¹⁾ hingewiesen. Dieser Autor hat ganz entsprechend den Chloroformversuchen Experimente mit Aether ausgeführt, genau in den Variationen, wie sie oben für das olfactorische Süßschmecken beschrieben wurden. Aus dem Empfindungscomplexe, welchen dieser Reiz in der Mundhöhle auslöst, trat dominirend eine Bitterempfindung hervor. Rollett localisirte die qualitativ so bestimmte Geschmacksempfindung an der Zungensbasis, bezw. am weichen Gaumen.

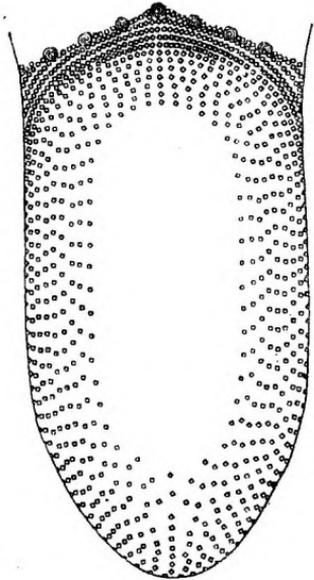


Fig. 3.

Analog zu dem vorausgegangenen Abschnitte fixiren wir die Ergebnisse der Functionsprüfung des Bitterschmeckens neben der Tabelle und der topographischen Darstellung in Fig. 3 in folgenden drei Sätzen.

1. Bitter wird an allen Punkten der Zungengeschmackszone empfunden, aber in verschiedenen Intensitätsgraden.

2. Das physiologisch-peripherische Maximum der Sensibilität für Bitter befindet sich im Bezirke der Pap. vall. und Pap. foliatae, das Minimum an der Zungenspitze und der ihr unmittelbar benachbarten Randgebiete.

3. Die Perceptionsfähigkeit für Bitter nimmt von der Region der Pap. vall. bis zur Zungenspitze anfangs plötzlich, dann allmählich ab;

1) a. a. O. S. 408.

hingegen von der äußeren zur inneren Grenze der Geschmackszone verringert sie sich stetig.

3. Schwellenermittlung für Salzig.

Die Intensitätsverhältnisse für salzige Geschmackseindrücke zeigen sowohl bei den verschiedenen Individuen, als auch auf dem nämlichen Organe auffallende Uebereinstimmung. Kiesow¹⁾ versucht diese Erscheinung dadurch zu erklären, dass er sie in Beziehung setzt zu dem Salzgehalte des Speichels, der ja beständig unsere Zunge umfließt, und zu der von früher Jugend an gewohnten Beimischung von Salz an die meisten unserer Nahrungsmittel. Wie das diffuse Tageslicht in seinen verschiedenen Helligkeitsgraden fortwährend unser Auge afficirt, so wirken auch salzige Geschmackseindrücke ununterbrochen auf unsere Schmeckfläche ein. Die absoluten Schwellenwerthe sind, wie Tabelle III des Näheren ausführt, an der Spitze und am vorderen Zungenrande beiderseitig etwas kleiner als an der Basis. Diese Thatsache lässt sich gar wohl aus dem Speichelreichtume der vorderen Mundhöhle begreifen. Nicht minder stützt auch der Umstand diese Erklärung, dass wiederum die äußerste Randregion der Geschmackszone für Salzeindrücke ein wenig bevorzugt ist, weil doch wohl hier der angehäuften Speichel in gesteigerter Weise seinen Einfluss ausüben kann. Versuchte man gleichfalls die Geschmackstüchtigkeit der inneren und äußeren Grenzlinie der Zungenschmeckfläche in Curven darzustellen, so würden sie bei den geringen Ordinatenunterschieden ziemlich geradlinig und parallel zur Abscisse verlaufen. Man achte nur darauf, wie klein die Differenz zwischen dem absoluten Maximum im vorderen Theile der Zunge und dem absoluten Minimum der Pap. vall. ist im Vergleiche zu den anderen Elementargeschmäcken. In Bezug auf das Verhalten der Geschmackselemente nach der Breitendimension des Geschmacksgürtels scheint mir für die vorliegende Qualität noch bemerkenswerth, dass der Empfindlichkeitsunterschied an der Zungenbasis — in der speichelarmen Gegend — zwischen der äußeren und inneren Grenze fast Null ist, ebenso wenig variirt die minimale Reizbarkeit innerhalb des vorderen Zungengebietes, das in der Ruhelage beständig in Speichel eingebettet und

1) Philos. Studien, X, S. 365.

Tabelle III. Schwellenwerthe für Salzig.

		Bergemann	Alechsieff	Linke	Wictoroff	Mittelwerthe	
<i>O</i>		0,333	0,300	0,333	0,370	0,334	
	<i>O'</i>	0,350	0,350	0,350	0,420	0,368	
<i>A</i>		0,333	0,300	0,333	0,400	0,341	
	<i>A'</i>	0,350	0,333	0,350	0,425	0,365	
<i>B</i>		0,333	0,320	0,330	0,375	0,339	
	<i>B'</i>	0,350	0,325	0,350	0,425	0,362	
<i>C</i>		0,333	0,325	0,330	0,375	0,341	
	<i>C'</i>	0,400	0,350	0,400	0,425	0,394	
<i>D</i>		0,383	0,320	0,383	0,400	0,372	
	<i>D'</i>	0,400	0,350	0,410	0,430	0,397	
<i>E</i>		0,367	0,320	0,367	0,425	0,369	
	<i>E'</i>	0,400	0,350	0,410	0,480	0,410	
<i>F</i>		0,400	0,350	0,400	0,415	0,391	
	<i>F'</i>	0,400	0,360	0,400	0,480	0,410	
<i>G</i>		0,430	0,350	0,425	0,420	0,406	
	<i>G'</i>	0,435	0,360	0,425	0,480	0,425	
<i>H</i>		0,430	0,350	0,420	0,420	0,405	
	<i>H'</i>	0,435	0,365	0,420	0,480	0,425	
<i>I</i>		0,430	0,350	0,420	0,420	0,405	
	<i>I'</i>	0,430	0,360	0,425	0,475	0,423	
<i>K</i>		0,400	0,350	0,400	0,420	0,393	
	<i>K'</i>	0,400	0,360	0,420	0,480	0,415	
<i>L</i>		0,400	0,320	0,370	0,420	0,377	
	<i>L'</i>	0,400	0,350	0,410	0,480	0,410	
<i>M</i>		0,387	0,320	0,383	0,400	0,372	
	<i>M'</i>	0,400	0,360	0,410	0,435	0,401	
<i>N</i>		0,333	0,325	0,360	0,380	0,349	
	<i>N'</i>	0,360	0,360	0,390	0,425	0,384	

Spitze

linker Rand

Basis

rechter Rand

von ihm überfluthet wird. Nur in den lateralen Streifen des Geschmacksgürtels beobachtet man von außen nach innen zu eine merklichere Abnahme der Intensität für salzige Eindrücke.

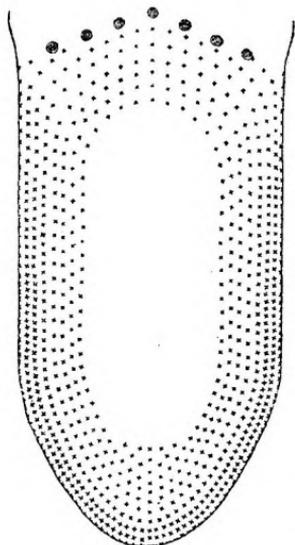


Fig. 4.

Überschauen wir die Schwellenermittlung für salzige Geschmacksempfindungen, so lassen sich als allgemeine Ergebnisse daraus folgende Sätze festhalten:

1. Salz wird an allen Punkten der Zungengeschmackszone empfunden und zwar in annähernd gleicher Intensität.

2. Das Sensibilitätsmaximum für Salz liegt an der Zungenspitze und dem vorderen Zungenrande, das Minimum an der Basis.

3. In centripetaler Richtung bleibt die Perceptionsfähigkeit von der Spitze und Basis aus annähernd constant bis zur anästhetischen Region, nur in den Seitentheilen lässt sie merklich nach.

4. Schwellenermittlung für Sauer.

4. Schwellenermittlung für Sauer.

Nicht so widerspruchslos und eindeutig wie bei Süß und Bitter vollzieht sich die Schwellenbestimmung bei Sauer. Diese Qualität ist durch objective Einwirkung isolirt nicht so rein zu erzeugen wie die süßen und bitteren Empfindungsinhalte. Als Reizmittel empfiehlt sich für diese Versuche entsprechend verdünnte Salzsäure; Citronen- und Essigsäure, die ich anfangs probeweise mit verwendete, wirken selbst in geringen Concentrationsstufen, wenn auch weniger durch die kleinen Quantitäten, die bei der Application auf die Zunge gelangen, als vielmehr bei ihrer Erwärmung im Versuchszimmer auf den Geruchssinn mit ein. Dadurch entstehen nicht nur störende Complicationen mit dem benachbarten Sinnesgebiete, sondern es wächst auch die Möglichkeit für mancherlei associative Verknüpfungen, wie etwa Essigpflaumen, Limonade, Moselwein, welche die apperceptive Aufnahme ebenmerklicher Geschmacksqualitäten beeinträchtigen. Tastsensationen sind ja, wie schon erwähnt wurde, im Grunde genommen

mit allen Geschmackseindrücken unvermeidlich verknüpft; bei der Süß- und Bittererregung treten aber die Componenten des Tastsinnes in dem Empfindungscomplexe völlig zurück. Weit bemerkbarer gesellen sich schon zu salzigen Geschmacksempfindungen brennende Begleiterscheinungen hinzu; ihr Einfluss auf die Schwellenermittlung dieser Qualität braucht jedoch im allgemeinen als Fehlerquelle nicht ernstlich gefürchtet zu werden, weil sich die ablenkenden Tastsensationen erst bei Concentrationsstufen geltend machen, die über dem absoluten Schwellenwerthe liegen. Ganz anders ist das Verhältniss bei Sauer; adstringirende Begleiterscheinungen stellen sich schon bei Reizen ein, welche sich noch unterhalb der Geschmacksschwelle bewegen. Diese Nebenwirkung gibt nun der Aufmerksamkeit und den ihr integrirenden Gefühlen bei der Wiederholung der Versuche eine völlig eindeutige Richtung und verwandelt somit unter der Hand das unwissentlich angelegte Verfahren von selbst in ein wissentliches. Vielfach ist unter solchen Voraussetzungen der Beobachter geneigt, verleitet durch die ankündigende Tastempfindung, vorzeitig mit »deutlich sauer« zu reagiren. Darum bedarf es für die Experimente mit saueren Reizflüssigkeiten einer bewussten Einübung auf den Schwellenwerth, der somit einen conventionellen Charakter annimmt. In die Tabelle IV sind darum nur Resultate aufgenommen worden, die sich nicht allzu weit von dem durch mannigfache Einübungsversuche gewonnenen mittleren Schwellenwerthe entfernen. Vergleichen wir die Kiesow'schen¹⁾ Zahlen für Sauer mit den Ergebnissen in Tabelle IV, so wird eine Erklärung dafür nicht zu umgehen sein, warum die fraglichen Reizschwellen dort so tief liegen und hier so hoch sind. Zunächst sei daran erinnert, dass Kiesow mit Tropfröhrchen gearbeitet hat, vorstehende Versuche aber, mit kleinen Haarpinseln ausgeführt worden sind. Die Menge der applicirten Reizflüssigkeit und die Größe der auf der Schmeckfläche gereizten Region sind bekanntlich neben dem Concentrationsgrade der Schmecksubstanz mitbedingende Factoren für die Intensität der Geschmacksempfindung. Aus dem Hinweise auf diese Momente wird gleichzeitig mit verständlich werden, warum durchgehends in gegenwärtiger Abhandlung die absoluten Schwellenwerthe auch für die übrigen Qualitäten größer sind als in Kiesow's

1) Philos. Studien, X, S. 363.

Tabelle IV. Schwellenwerthe für Sauer.

		Alechsieff	Bergemann	Linke	Dr. Moebius	Mittelwerthe	
<i>O</i>		0,0425	0,0380	0,0266	0,0422	0,0373	
	<i>O'</i>	0,0440	0,0405	0,0280	0,0475	0,0400	
<i>A</i>		0,0600	0,0564	0,0400	0,0550	0,0528	
	<i>A'</i>	0,0650	0,0586	0,0420	0,0575	0,0558	
<i>B</i>		0,0430	0,0375	0,0275	0,0430	0,0377	
	<i>B'</i>	0,0445	0,0400	0,0295	0,0480	0,0405	
<i>C</i>		0,0440	0,0360	0,0280	0,0435	0,0379	
	<i>C'</i>	0,0460	0,0380	0,0300	0,0470	0,0403	
<i>D</i>		0,0438	0,0335	0,0266	0,0435	0,0368	
	<i>D'</i>	0,0450	0,0355	0,0280	0,0470	0,0389	
<i>E</i>		0,0400	0,0390	0,0316	0,0435	0,0385	
	<i>E'</i>	0,0420	0,0408	0,0332	0,0480	0,0410	
<i>F</i>		0,0475	0,0420	0,0325	0,0480	0,0425	
	<i>F'</i>	0,0490	0,0445	0,0336	0,0510	0,0445	
<i>G</i>		0,0500	0,0460	0,0350	0,0510	0,0455	
	<i>G'</i>	0,0525	0,0485	0,0366	0,0540	0,0479	
<i>H</i>		0,0500	0,0460	0,0350	0,0540	0,0479	
	<i>H'</i>	0,0525	0,0475	0,0366	0,0540	0,0479	
<i>I</i>		0,0500	0,0460	0,0350	0,0500	0,0453	
	<i>I'</i>	0,0530	0,0480	0,0370	0,0540	0,0480	
<i>K</i>		0,0480	0,0425	0,0330	0,0490	0,0431	
	<i>K'</i>	0,0500	0,0450	0,0348	0,0515	0,0453	
<i>L</i>		0,0390	0,0400	0,0320	0,0430	0,0385	
	<i>L'</i>	0,0415	0,0410	0,0335	0,0490	0,0412	
<i>M</i>		0,0400	0,0340	0,0270	0,0430	0,0360	
	<i>M'</i>	0,0415	0,0355	0,0285	0,0470	0,0425	
<i>N</i>		0,0445	0,0365	0,0285	0,0425	0,0380	
	<i>N'</i>	0,0460	0,0378	0,0300	0,0470	0,0402	

Spitze

linker Rand

Basis

rechter Rand

Angaben. Dass aber gerade bei Sauer die Differenz so beträchtlich ist, hat vermuthlich darin seinen Grund, dass in Folge der erörterten Begleiterscheinungen untermerkliche Empfindungen in die Kiesow'sche Berechnung mit eingegangen sind, die ich alle geflissentlich ausgeschieden habe. Außerdem kommt anderseits noch hinzu, dass von meinen Versuchspersonen die Geschmacksschwelle für Sauer, die wir der oben dargelegten Nebenumstände wegen als conventionell bezeichneten, auf mein Anrathen hin ein wenig übermerklich angenommen worden ist, um die störenden Zweifel in der Beurtheilung dieser Geschmacksqualität auszuschließen. Der Vergleich macht noch auf einen anderen nicht minder sinnfälligen Unterschied aufmerksam. Vergeblich sehe ich mich in meinen Protocollen nach so großen individuellen Schwankungen um, wie sie z. B. in Kiesow's Tabelle zwischen der Sauerperception bei Pr. K. und dem Reagenten Dr. M. bestehen. Beträgt beim ersteren die absolute Schwelle an der Zungenbasis 0,0540, so genügt beim letzteren schon eine 0,0075 %ige Mischung, um eine ebenmerkliche Sauerempfindung zu erzeugen. Wenn man dazu noch bedenkt, dass wir in den Zahlen die Mittelwerthe aus zehn Einzelversuchen vor uns haben, so ist ja daraus noch gar nicht zu ersehen, wie groß erst die individuellen Differenzen in den concreten Resultaten gewesen sein mögen. Diese Erwägungen bestärken mich in der Annahme, dass sich die Kiesow'schen Reagenten nicht zuvor bewusst auf eine Empfindungsschwelle für Sauer eingeübt haben, die sie unterstützt durch das Bekanntheitsgefühl im Wiedererkennungsacte als die nämliche angeben konnten. Schließlich sind aber die Differenzen der absoluten Schwellenwerthe bei der Relativität unserer Bewusstseinsvorgänge für die Frage, auf die es zuletzt doch ankommt, von gar keiner Tragweite. Erfreulich ist vielmehr die Uebereinstimmung in den Verhältnissen der Reizschwellen an den einzelnen Zungentheilen, hier wie dort wird der empirische Nachweis erbracht, dass die Perceptionsfähigkeit für Sauer an den einzelnen Zungenregionen verschieden ist, und dass diese Verschiedenheit einer nicht zu verkennenden Gesetzmäßigkeit unterworfen ist; nur hat Kiesow bloß einige bevorzugte Stellen des Organs daraufhin geprüft, während sich die vorliegenden Untersuchungen über die ganze Schmeckfläche der Zunge erstrecken.

Auch bei der Discussion über die in Tabelle IV niedergelegten

Die experimentelle Untersuchung der peripherisch bedingten Intensitätsverhältnisse der Sauerempfindung führt zu folgenden zusammenfassenden Sätzen:

1. Sauer wird an allen Stellen der Zungengeschmackszone empfunden, aber in verschiedener Intensität.

2. Das physiologisch-peripherische Maximum der Sauerperception liegt in der Mitte der beiderseitigen Zungenränder, das Minimum im Bezirke der Pap. vall. und an der Zungenspitze.

3. Die Sensibilität für Sauer wächst auf jeder symmetrischen Zungenhälfte von der Spitze aus in paralleler Richtung zur Umgrenzungslinie des Organs bis zur Mitte des Randes und sinkt von da ab allmählich bis zur Basis; ebenso verringert sich die Perceptionsfähigkeit von der Peripherie in centraler Richtung bis zur anästhetischen Zungenmitte.

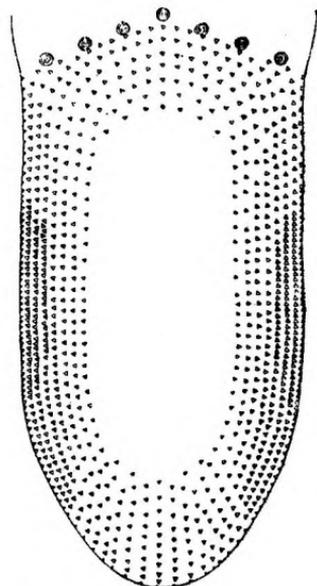


Fig. 6.

Fünftes Capitel.

Zusammenfassende Betrachtung.

1. Welchen Aufschluss, so fragen wir am Ende der Specialuntersuchungen, erhalten wir an der Hand der eingehenden Functionsprüfungen über die peripherisch-organische Grundlage des Schmeckprocesses?

Bei der Sensibilitätsermittlung bezüglich der vier primären Geschmacksempfindungen trat uns allenthalben die Thatsache entgegen, dass die Zungenmitte für keinen der anerkannten Geschmackseindrücke empfindlich ist. Rings um diese unempfindliche Mittelregion lagert sich die perceptionsfähige Zone, die bei dem nämlichen Individuum für alle Qualitäten identisch ist. Darin liegt ein durchaus abweichendes Verhalten der schmeckenden Zungenschleimhaut von der Netzhaut des Auges. Wenn die Isochromen Gebiete qualitativ verschiedener Empfindlichkeit abgrenzen, so könnten Isochymen überhaupt nur in

Einschränkung auf die intensive Seite der Geschmacksempfindung innerhalb ein und derselben Qualität einen Sinn haben. Was die Breitenausdehnung des Geschmacksgürtels anbelangt, so ist schon an anderen Orte bemerkt worden, dass er an der Spitze und der Zungenbasis einen größeren Durchmesser hat als in den lateralen Gebieten. Individuell schwankt wiederum die Breitenanordnung der schmeckenden Elemente auf der Zunge; die topographische Darstellung konnte darum nur ein mittleres Bild der Schmeckfläche wiedergeben (Fig. 7). Die Thatsache der in ihrer Function so verschiedenen Zungenregionen findet auch in den Untersuchungen über den elektrischen Geschmack empirische Stützpunkte. Experimente der letzteren Art erfreuen sich, wie es nach den zahlreicheren Publicationen scheinen möchte, für das fragliche Sinnesgebiet einer großen Beliebtheit. Gegen die unmittelbare Einwirkung mit flüssigen Substanzen gewähren die Beobachtungen des elektrischen Geschmackes technisch sicherlich nicht zu verkennende Vortheile. So können dabei z. B. die räumliche Distanz der einzelnen Geschmackseindrücke sowie der zeitliche Verlauf des Processes wesentlich exacter verfolgt werden. Diesen Vorzügen gegenüber darf man auch die Nachtheile der genannten Untersuchungsmethode nicht übersehen; einmal ist die elektrische Reizung unseren täglichen Erfahrungen im Gebiete des Geschmackssinnes durchaus inadäquat, zum anderen stehen wir gegenwärtig noch inmitten widerspruchsvoller Interpretationen der physiologischen Reizung bei der elektrischen Geschmackserregung. Ob nun beim sogenannten elektrischen Geschmacke Stammesreizung vorliegt, ob die elektrolytische Theorie Recht hat, oder ob directe Nervenreizung und indirecte durch elektrolytische Producte zusammenwirken, wie Hofmann und Bunzel¹⁾ vermuthen, so kann doch durch die Verschiedenheit in der Auffassung an der Erfahrungsthat- sache nichts geändert werden, dass die Zungenmitte, wie es bei Erwachsenen die Regel ist, für keine der vier Geschmacksqualitäten Empfindlichkeit besitzt; Hofmann und Bunzel fügen dem noch hinzu, dass sich auch dort kein elektrischer Geschmack erzeugen lässt.

Aus dieser Functionsprüfung kann man demnach mit großer Wahrscheinlichkeit schließen, dass die Zungenmitte beim erwachsenen Menschen der geschmackempfindenden Elemente völlig entbehrt.

1) Franz Hofmann und Rudolf Bunzel, Untersuchungen über den elektr. Geschmack. Pflüger's Archiv, LXVI, S. 215—232.

Die Specialuntersuchungen haben uns zweitens noch von der allgemeinen Erscheinung überzeugt, dass die Perceptionsfähigkeit von der Peripherie aus nach der Zungenmitte hin stetig abnimmt. Bei salzigen Geschmackseindrücken fanden wir zwar die Empfindlichkeitsabstufung weniger sinnfällig, aber die Tendenz dazu war auch hier vorhanden. Errichten wir auf dem Zungenovale ein polares Ordinaten-system, so steigert sich auf jeder Ordinate von der inneren Grenze der Geschmackszone ab die Geschmackstüchtigkeit bis zum peripheren Endpunkte, hier erreicht sie jedesmal ihren relativen Maximalwerth. Hofmann und Bunzel¹⁾ bestätigen in ihrer Publication über den elektrischen Geschmack dieselbe Gesetzmäßigkeit: »Es lässt sich eine allmähliche Abnahme der Empfindlichkeit von den Rändern gegen die Mitte der Zunge zu nachweisen. Substanzen, welche, auf die Zungenränder gebracht, stark schmecken, erzeugen einen um so schwächeren Geschmack, je weiter sie nach einwärts vom Rande aus applicirt werden. An der Grenze der unempfindlichen Zone ist der Geschmack nur noch ganz schwach angedeutet. Ganz dasselbe gilt auch für den elektrischen Geschmack.« Welchen Schluss können wir auf Grund dieser Beobachtungen über die Beschaffenheit des peripherisch-physiologischen Substrates des Schmeckens wagen? Nach Analogie des Tastsinnes der äußeren Haut und des Gesichtssinnes werden wir diese Steigerung der Sensibilität auch nur begreifen können aus der Annahme, dass die Dichtigkeit in der Vertheilung der schmeckenden Elemente wächst, je weiter wir uns der Zungenperipherie nähern. Nur würde im Vergleiche zur Netzhaut die Dichtigkeitslagerung der Endgebilde am Geschmacksorgane eine geometrisch entgegengesetzte sein; dort wächst die Sehschärfe in centripetaler Richtung in Folge der größeren Anhäufung der Stäbchen und Zapfen bis zur Fovea centralis, hier steigert sich die Feinheit des Geschmackes vermuthlich aus analogen Bedingungen, aber in centrifugaler Richtung.

Wenn oben gesagt worden ist, dass das periphere Ende jeder polaren Ordinate die größte Empfindlichkeit für alle vier Hauptqualitäten besitzt, so gilt das nur mit der Einschränkung auf die jeweilige Breitendimension des Geschmacksgürtels. Vergleichen wir

1) a. a. O. S. 220.

die vier relativen Maxima eines solchen Punktes untereinander, so wird uns sein unterschiedliches Verhalten gegenüber den qualitativ wechselnden Geschmackseindrücken deutlich entgegnetreten, weil sich die Gebiete feinsten Unterscheidung für die primären Geschmacksqualitäten auf unserem Organe nicht decken. So liegt ja, wie wir im vorangegangenen Capitel nachgewiesen haben, das absolute Sensibilitätsmaximum für Süß am Ende der polaren Ordinaten, die nach der Zungenspitze zu ausstrahlen, für Sauer an der Mitte der beiderseitigen Zungenränder, und die feinste Empfindlichkeit für Bitter fanden wir im Bezirke der Pap. vall. Obgleich für Salz die localen Bedingungen zu Intensitätsunterschieden nicht in gleicher Weise ausgebildet sind, als für die übrigen Grundempfindungen, so haben wir doch auch für diese Qualität wenigstens eine Neigung zu gesteigerter Sensation in der seitlichen und vorderen Randregion der Zunge constatiren können.

Nach dieser eingehenden Sensibilitätsermittlung vermuthen wir, dass unter den reizbaren Elementen des Geschmacksorgans eine functionelle Differenzirung eingetreten ist, und dass sich die in ihrer Adaptation für adäquate Reize übereinstimmenden Endapparate besonders an den Stellen der Zungenoberfläche häufen, wo die betreffende Qualität ihr Empfindungsmaximum besitzt. In Anlehnung an geläufige Ausdrücke aus der Psychologie des Gesichtssinnes lässt sich das Gesamtergebniss der Reizschwellerermittlung allgemein auch so formuliren: Das Zungenschmeckfeld ist für alle Qualitäten identisch, der Schmeckpunkt im Sinne feinsten Unterscheidung ist für jede einzelne Qualität innerhalb des Schmeckfeldes räumlich verschieden. Wir begegnen hierin wiederum einer Umkehrung der Verhältnisse auf der Netzhaut, insofern nämlich der Blickpunkt in Bezug auf die qualitativ verschiedenen Farbeindrücke allenthalben derselbe ist und die chromatischen Blickflächen nach den Seitenregionen der Netzhaut verschiedene Ausdehnung haben.

Durch die gesetzmäßige Vertheilung der functionell differenzirten Endorgane des Geschmackssinnes ergibt sich auch eine entfernte Beziehung zum Gehörssinne; letzterer ist ein eminent analytischer Sinn, und auch dem Geschmackssinne wohnt eine analysirende Kraft inne; complicirte Geschmacksinhalte löst er bekanntlich in seine Componenten auf. Dabei habe ich an mir des öfteren wahrgenommen, dass ich den fraglichen Reizstoff, der die gemischte Empfindung auslöste,

unwillkürlich so in der Mundcavität hin- und herzubewegen strebte, dass er von jedem der Geschmackspunkte gleichsam deutlich fixirt werden konnte. In diesem motorischen Momente klingt gewissermaßen auch im Gebiete des Geschmackssinnes das Gesetz von der Correspondenz zwischen Fixation und Apperception an, freilich nicht in dem einheitlichen Sinne wie beim Sehen, sondern in aufgetheilter Energie für die anerkannten specifischen Qualitäten mit Ausnahme des Salzigen.

Nach dem Functionsbefunde postuliren wir für die Zunge als Geschmacksorgan folgende Merkmale:

1. Die specifischen Endapparate des Geschmackssinnes beschränken sich beim Erwachsenen auf den Zungenrand.

2. Ihre Dichtigkeit ist an der Peripherie der Schmeckfläche am größten.

3. Nach ihrer functionellen Differenzirung vertheilen sich die peripheren physiologischen Substrate so auf der Zungenoberfläche, dass die süßempfindenden Elemente besonders gehäuft an der Zungenspitze, die sauerpercipirenden an der Mitte der Ränder und die für Bitter adaptirten im Bezirke der Pap. vall. auftreten.

Einen anschaulichen Ausdruck der im Vorstehenden postulirten Merkmale für unser Geschmacksorgan enthält das Zungenbild in Fig. 7. Da sind die symbolischen Zeichen für alle vier Qualitäten nach Maßgabe der örtlichen Geschmackstüchtigkeit eingetragen worden. Wenn zur Form der Symbole noch die Farbe als Unterscheidungsmittel hinzuträte, dann würde die Darstellung an Anschauungswerth noch gewinnen. Es bedarf übrigens wohl kaum der Bemerkung, dass die topographische Wiedergabe wie die Curvenconstruction (Fig. 5) lediglich didaktische Bedeutung haben soll. Wie schwierig ist es doch, die Intensitätswerthe der qualitativ verschiedenen Geschmacksempfindungen auf einander zu beziehen und nach dem subjectiven Eindrücke mit Sicherheit urtheilen zu wollen, dass die Süßempfindung, die etwa von 0,335 %iger Lösung

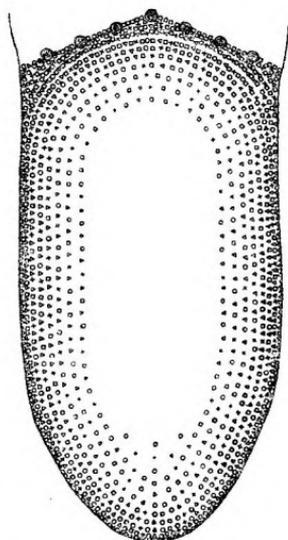


Fig. 7.

herrührt, intensiv völlig gleich sei einer Bitterempfindung, welche von einem 0,00006 %igen Chininderivat ausgelöst wird, und so fort die vier Qualitäten durch. Zu einem solchen subjectiven Einheitsmaße führen die experimentellen Beobachtungen im Gebiete des Geschmackssinnes nicht. Wie mangelhaft unser Gedächtniss für Geschmackseindrücke überhaupt ist, zeigt sich auch hierbei wieder. Darum kann die graphische Darstellung, die die qualitativ verschiedenen Reizschwellen auf ein Zungenbild projicirt, nur ein approximativer Ausdruck für die psychophysische Wahrheit sein. Für die vergleichsweise Beurtheilung der verschiedenen Geschmacksempfindungen fehlt uns ein objectives Kriterium, wie wir es bei den adäquaten Reizen der höheren Sinne in Wellenlänge, Schwingungsgeschwindigkeit, Schwingungsweite u. dgl. besitzen, berechnen und variiren können. Das Wesen der chemischen Agentien, welche die objectiven Voraussetzungen zu unseren subjectiven Geschmacksempfindungen bilden, ist für uns noch völlig in Dunkel gehüllt. Mit der chemischen Formel gewisser Substanzen ist uns da nicht geholfen.

2. Wie ist vom entwicklungsgeschichtlichen Standpunkte aus die eigenartige Gestaltung des Geschmacksorgans zu begreifen? Kiesow¹⁾ hat seiner Abhandlung über die physiologische Psychologie des Geschmackssinnes einen entwicklungsgeschichtlichen Excurs eingefügt, phylo- wie ontogenetisch hat er die Abwandlungen und Vervollkommnung des fraglichen Organs in aufsteigender Reihe verfolgt. Das Resumé seiner Darstellung, soweit sie für uns actives Interesse hat, erschöpft sich in dem Satze, dass sich mit dem Auftreten der Zahnreihe und der damit Hand in Hand gehenden Ernährungsveränderung die Schmeckfunction von der Mitte der Zunge mehr und mehr zurückzog und allmählich lediglich auf die Randzone beschränkte. Mit diesem genetischen Argumente stehen unsere Specialuntersuchungen über die Schmeckfläche durchaus im Einklange. Gehen wir diesem entwicklungsgeschichtlichen Gesichtspunkte weiter nach, so werden sich auch die übrigen Merkmale, die wir oben nach dem Functionsbefunde als Postulate hingestellt haben, zwanglos in die Betrachtung einordnen. Die peripherischen Endorgane, die Schmeckzellen, sind erwiesenermaßen eingebettet in die sogenannten Schmeckbecher oder

1) Philos. Studien, X, S. 345 ff.

Geschmacksknospen. Vielleicht haben die flaschenförmigen Gebilde ähnlich wie nach Wundt¹⁾ die Pacini'schen Körperchen für die Endigung der Tastnerven, unter anderem die Aufgabe, die Geschmacksnervenenden vor inadäquaten Reizen zu schützen. Die Reizflüssigkeit kann nur durch den engen Geschmacksporus, der nach Ranvier²⁾ in die oberflächliche lamelläre Schicht des Epithels eingegraben ist, bis zu den Geschmackszellen vordringen. Das Eindringen wird sicherlich durch äußeren Druck nicht nur erleichtert, sondern auch beschleunigt. Die erforderliche Unterstützung findet das Geschmacksorgan an dem Widerstande der Zähne und des Zahnfleisches. Am wirksamsten kann sich natürlich der Gegendruck an der Zungenperipherie geltend machen. Sollte hierin nicht vielleicht der wesentlichste Factor dafür zu erblicken sein, dass sich gerade die schmeckenden Elemente der äußersten Randzone der Zunge so hervorragend den Geschmacksreizen adaptiren konnten? Vielleicht vermindert sich die Sensibilität der Randzone zungeneinwärts genau in dem Maße, als die Wirkung dieses Widerstandes nachlässt? Somit können wir aus dem nämlichen genetischen Gesichtspunkte auch eine Erklärung für die centripetale Abstufung der Perceptionsfähigkeit auf der Schmeckfläche ableiten. Nicht minder ungezwungen kann man aus dem Momente des Gegendrucks auch die gesteigerte Empfindlichkeit der einzelnen Zungenregionen entwicklungsgeschichtlich zu begreifen versuchen. Durch Wundt's³⁾ Theorie der Ausdrucksbewegungen ist diese Auffassung bereits vorgezeichnet; es sei dabei nochmals erinnert an die Correspondenz von Fixation und Apperception im Gebiete des Gesichtssinnes. Wenn wir aus einem Geschmackseindrucke complexer Natur neben der dominirenden Empfindung die ebenmerklichen Componenten herausfinden wollen, etwa einen zarten süßen Beigeschmack, so percipiren wir mit der Zungenspitze in der Weise, dass wir damit gegen die vordere Zahnwand, mehr noch aber gegen die geschlossenen Lippen reiben. So weit sich nun diese Reibungsfläche auf der Zunge ausbreitet, so weit reicht auch das für süße Geschmacksreize bevorzugte Gebiet. Ganz analog verhalten wir uns, wenn wir ebenmerk-

1) Wundt, *Physiol. Psychologie*, 4. Aufl., I, S. 303.

2) Ranvier, *Technisches Lehrbuch der Histologie*. Uebersetzt von Nicotiu. *Wyss*. S. 867.

3) Wundt, *Völkerpsychologie*, I, 1, S. 32 ff.

liche saure Reize erkennen wollen. Da stellt sich unbewusst eine Compression der Wangenschleimhaut ein. An der so zwischen die obere und untere Zahnreihe beiderseitig eingezogenen Wangenschleimhaut bewegen wir dann die Zunge hin und her. Es muss dabei auffallen, dass sich diese Zungenreibungsflächen mit jenen Randregionen decken, welche die maximale Empfindlichkeit für Sauer besitzen. Für die Bittersensation an der Zungenbasis ist der natürliche Gegendruck am Palatum molle, Velum und den Gaumenbogen ohne weiteres gegeben, bei jeder Schlingbewegung macht er sich wirksam und presst die Reizsubstanz in den Porus ein. Diese Intensitätssteigerung durch den Gegendruck wollen wir eben umgehen, wenn wir bei Einwirkung stark sauer schmeckender Stoffe den Mund in die Breite ziehen oder wenn wir den Gaumen heben und die Zunge hinten möglichst niederdrücken, sobald wir recht widerwärtig bitter schmeckende Stoffe verschlucken müssen. Andererseits streben wir bei Süßempfindungen eine Verstärkung der Sensation dadurch an, dass wir nach Wundt's¹⁾ Beobachtung die Zungenspitze in schwachen Saugbewegungen den angenehm schmeckenden Stoffen intermittierend entgegenführen. Wenn aus diesem Zusammenhange genetisch verständlich wird, warum sich gerade die in der Specialuntersuchung erkannten Zungenregionen den Geschmackseindrücken so besonders fein adaptiren konnten, so möchte ich kaum eine Vermuthung darüber wagen, weshalb sich die qualitative Differenzirung gerade in der vorliegenden Reihenfolge und Vertheilung vollzogen hat. Am ehesten könnte man für die Süßadaptation dem Umstande einen Erklärungs-werth beimessen, dass im frühen Kindesalter die saugende Aufnahme süßer Stoffe überwiegt und dadurch die Perceptionsfähigkeit für diese Qualität an der Zungenspitze erhöht wird. Für die übrigen Elementargeschmäcke entbehren wir auch einen solchen wahrscheinlichen Erklärungsgrund.

3. Zum Schlusse werfen wir noch einen Blick auf die physiologische, anatomische und histologische Forschung über den Geschmackssinn insoweit, als ihre Resultate zu den auf Grund von Functionsprüfungen erkannten Merkmalen des fraglichen Sinnes

1) Wundt, *Physiol. Psychologie*, 4. Aufl., II, S. 604. *Völkerpsychologie* I, 1, S. 98–99. *Bemerkungen zur Theorie der Gefühle*, *Philos. Stud.* XV, S. 166.

irgendwie in Beziehung stehen. Begegnet man in den Hand- und Lehrbüchern der genannten Disciplinen über die Verbreitung der Nerven in der Zungenschleimhaut im allgemeinen theils ungenauen, theils einander widersprechenden Ansichten, so vermisst man noch ganz besonders einheitliche Angaben darüber, welchen Nerven überhaupt die specifische Leitung der Geschmacksempfindung zum Centralorgane zukommt. Die Controverse, ob ausschließlich der N. glossopharyngeus oder ob mit ihm zugleich der N. lingualis die Geschmackssensation vermittelt, reicht herein bis in die Fachlitteratur unserer Tage. Eine Zusammenstellung derselben mit Hervorhebung dieses Gesichtspunktes finden wir neuerdings bei Zander¹⁾, ausführlicher noch bei Rautenberg²⁾. Gegenwärtig scheint ja die Ansicht, dass der N. glossopharyngeus nur zu dem hinteren Theile der Zunge Geschmacksfasern liefert und der N. lingualis die Ränder und die Zungenspitze mit solchen versorgt, die Oberhand zu gewinnen. Die Einschränkung der Glossopharyngeusinnervation auf die Zungenbasis machen die Durchschneidungsversuche des betreffenden Nerven, wie sie v. Vintschgau und Hönigschmied³⁾, Sandmeyer⁴⁾ und Semi Meyer⁵⁾ ausgeführt haben, im hohen Grade wahrscheinlich; bei diesen Experimenten traten nach einigen Tagen auffallende Veränderungen in den Geschmacksknospen des zugehörigen Bezirkes ein; von all den genannten Autoren wurde der Vorgang in gleicher Weise erkannt, wenn auch verschieden interpretirt. Für die Bedeutung des N. lingualis im Dienste des Schmeckprocesses sprechen namentlich die pathologischen Beobachtungen Feodor Krause's⁶⁾; seinem Berichte entnehme ich folgenden Satz: »Aus diesem Befunde geht hervor, dass der Trigeminus Fasern enthält, welche die Geschmacksempfindungen für einzelne Qualitäten, hauptsächlich für Süß, Sauer und

1) Zander, Ueber das Verbreitungsgebiet der Gefühls- und Geschmacksnerven in d. Zungenschleimhaut. *Anatom. Anzeiger*, XIV, Nr. 5, S. 131—145. 1897.

2) Rautenberg, Beiträge zur Kenntniss der Empfindungs- und Geschmacksnerven der Zunge. *Königsberger Dissertation* 1898.

3) v. Vintschgau und Hönigschmied, *Pflüger's Archiv*, XIV, 1876; XXIII, 1880.

4) Sandmeyer, *Archiv für Physiologie und Anatomie, physiol. Abtheilung*. 1895, S. 269.

5) Semi Meyer, *Berliner Dissertation* 1899.

6) F. Krause, *Die Physiologie des Trigeminus u. s. w.* *Münchener medic. Wochenschrift* 1895, S. 629.

Salzig vermitteln, und dass diese Fasern sich in der Zungenspitze und in den vorderen zwei Dritteln des Seitenrandes der Zunge vertheilen.« Wenn also die anatomische Forschung unterstützt durch klinische Erfahrungen¹⁾ das Verbreitungsgebiet der bezeichneten Nerven richtig umgrenzt hat, dann zeugen die vorliegenden Reizschwellermittlungen entschieden zu Gunsten der Ansicht, welche dem N. lingualis — ganz im Sinne der Krause'schen Angaben — hervorragenden Antheil an dem Zustandekommen der Geschmacksempfindungen sichert. So gern man vielleicht aus theoretischen Erwägungen heraus für den Geschmackssinn wie für die übrigen Specialsinne eine einzige centripetale Nervenleitung ausfindig gemacht und darum an dem N. glossopharyngeus als dem ausschließlichen Geschmacksnerv festgehalten hätte, so muss man doch die Hoffnung auf Bestätigung eines Ergebnisses, welches Analogieschlüsse vorwegnahmen, in Anbetracht solcher Erfahrungsthatfachen füglich aufgeben.

Wird somit durch naturwissenschaftliche Betrachtungen im allgemeinen die im psychologischen Laboratorium gewonnene Anschauung über die räumliche Ausbreitung der Zungenschmeckfläche bestärkt, so möchte ich noch referirend auf eine anatomische Untersuchung hinweisen, die eventuell auch die gesteigerte Perceptionsfähigkeit einzelner Regionen innerhalb des Geschmacksgürtels zugleich mit erklären könnte. Zander²⁾ und auch Rautenberg³⁾ haben in der Zungenschleimhaut doppelt innervirte Bezirke nachgewiesen. Zu den schon vor ihnen erkannten Anastomosen der Endverzweigungen des linken und rechten N. glossopharyngeus und des N. lingualis und N. glossopharyngeus derselben Seite beschreiben die genannten Autoren auch Anastomosen zwischen den Endverzweigungen des linken und rechten N. lingualis namentlich in der Zungenspitze. Man könnte ohne weiteres geneigt sein, die verfeinerte Sensibilität der Zungenspitze, des mittleren Randdrittels und der Basis mit diesem anatomischen Befunde in Zusammenhang zu bringen, wenn nicht zugleich der ganze Medialstreifen der Zungenoberfläche mit zu den doppelt innervirten Bezirken gehörte, wo erwiesenermaßen gar keine Geschmacksempfindungen ausgelöst werden. Zander fügt zwar hinzu, dass das Mittelgebiet des Zungenrückens etwa 1 cm von der Spitze ab bis 3 cm vor

1) L. v. Frankl-Hochwart, Ueber die Innervation des Geschmacks. Centralblatt f. Physiologie, X, S. 60.

2) a. a. O.

3) a. a. O.

dem Foramen caecum nur spärlich innervirt sei, und dass hier die Lingualiszweige nur bis an die Mittellinie hinan oder höchstens 2 bis 3 mm über sie hinaus präparirt werden konnten.

Weil nun die Nervenfasern von sich aus als einfache Leiter zur Aufnahme von Geschmackserregung gar nicht befähigt sind, so kann auch durch die Topographie der Nervenzweige, die ja zugleich auch Tastfasern enthalten, das peripherische Sensorium des Geschmackes allein nicht festgestellt werden. Ergänzend müssen Nachweise über die räumliche Anordnung und Dichtigkeit der Sinneszellen hinzukommen, in welchen sich die Transformation der physikalischen Reize vollzieht. Die Schmeckzellen vereint mit Stütz- oder Deckzellen bilden die sogenannten Geschmacksknospen, die wir als organische Bestandtheile in größerer oder geringerer Zahl in den Pap. vall., fol. und fungiformes vorfinden. Ueber die Häufung dieser Gebilde bezw. über ihren Reichthum an Schmeckzellen finden wir in der einschlägigen Literatur nur spärliche Angaben. W. Krause¹⁾ unterscheidet zwei Arten von Pap. fungiformes, von denen er die eine am Seitenrande der Zunge gelegene Art als Pap. lenticulares, die andere am Zungenrücken befindliche als Pap. conicae bezeichnet. Nur die mehr flachen Pap. lenticulares sollen nach diesem Autor Geschmacksknospen enthalten. Nicht minder wie durch diese Bemerkung wird auch durch eine Notiz bei Merkel²⁾ die maximale Perceptionsfähigkeit des Zungenrandes begreiflich gemacht. »Die pilzförmigen Papillen nehmen nach den Rändern an Zahl zu; hier häufen sie sich, und besonders die Spitze zeigt sie oft in beträchtlicher Anzahl.«

Ist die Ausbeute der literarischen Umschau in den Disciplinen, welchen die Causalerklärung unserer unmittelbaren Erfahrung ihre Ergänzungsglieder zu entnehmen pflegt, auch arm an positiven Angaben für die vorliegenden Functionsprüfungen, so darf man vielleicht die Thatsache, dass den Resultaten dieser psychophysischen Untersuchungen in den wissenschaftlichen Grenzgebieten weder direct noch indirect widersprochen wird, vor der Hand in zustimmendem Sinne deuten.

1) W. Krause, Handbuch der menschl. Anatomie. 3. Aufl., II, S. 404. — Broesicke, Lehrbuch der normalen Anatomie. 6. Aufl. 1899. S. 561.

2) Fr. Merkel, Handbuch der topograph. Anatomie, I, S. 377.