

## **Universitäts- und Landesbibliothek Tirol**

### **Handbuch der Physiologie des Menschen**

in vier Bänden (und einem Ergänzungsbande)

Physiologie der Sinne

**Nagel, Wilibald A.**

**1905**

Der Geschmackssinn. Von W. Nagel

# Der Geschmackssinn

von

W. Nagel.

Zusammenfassende Darstellungen, in denen die ältere Literatur gesammelt ist:  
v. Vintschgau, Geschmackssinn in Hermanns Handbuch der Physiologie 3,  
Leipzig 1879.  
Marchand, Le goût. Bibl. internat. de psychol. expér. Paris 1903.

## I. Das Geschmacksorgan; die Geschmacksnerven.

Die der Geschmacksempfindung dienenden Nervenendigungen sind über eine ziemlich große Fläche verbreitet. Die Schleimhautauskleidung der Mundhöhle trägt den wichtigsten Teil des Geschmacksorgans, doch greift dieses auch über die Grenzen der Mundhöhle nach zwei Richtungen über. Die genaueren Angaben über die Verteilung der Geschmacksorgane gehen bei den verschiedenen Autoren nicht unerheblich auseinander; das Folgende läßt sich indessen jetzt als fast allgemein anerkannt hinstellen. Geschmacksempfindlich sind von der Zunge die Spitze, die Ränder und die hinteren Partien des Rückens, nicht aber die vordere Partie des Zungenrückens und die vorderen unteren Regionen der Zunge (Gegend des Frenulum). Geschmacksempfindlich ist ferner der weiche Gaumen, jedoch in sehr wechselnder Ausdehnung; speziell scheint das Schmeckvermögen des Zäpfchens und der Tonsillen nicht konstant zu sein. Kiesow und Hahn<sup>1)</sup> vermessen am Zäpfchen das Schmeckvermögen völlig. Unempfindlich für Geschmacksreize ist im allgemeinen der harte Gaumen, ferner die gesamte Wangen- und Lippenschleimhaut, sowie das Zahnfleisch.

Außerhalb der Mundhöhle findet sich Schmeckvermögen auf der Rückseite des Gaumensegels und im Schlunde in wechselnder Erstreckung. Das Vorkommen von Schmeckvermögen an der Epiglottis und im Innern des Kehlkopfes ist besonders überraschend.

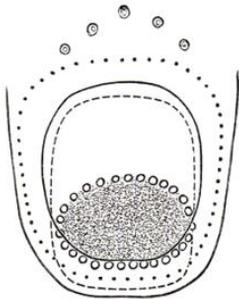
Daß so lange Zeit hindurch keine Einheitlichkeit in den Angaben über die Ausdehnung des Geschmacksorgans erzielt wurde, beruht, wie man nunmehr weiß, nicht oder mindestens nicht ausschließlich auf der Untersuchungsmethode, sondern auf den großen tatsächlichen Unterschieden, die das Geschmacksorgan verschiedener Individuen aufweist.

---

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. 26, 412 f. Kiesow (ebenda 35) fand auch in der Uvula selbst bei Kindern keine Geschmacksknospen.

Hervorzuheben ist vor allem die, wie es scheint, konstante Differenz zwischen dem kindlichen Geschmacksorgan und dem des Erwachsenen. Beim Kinde ist noch Schmeckvermögen des Zungenrückens in seiner ganzen Ausdehnung nachweisbar, beim Erwachsenen in der Regel nicht (Urbanstschitsch). Nach einigen Angaben scheint auch die Wangenschleimhaut des Kindes zu schmecken. Die für Geschmack unempfindliche Zone des Zungenrückens ist bei verschiedenen Personen verschieden groß, wie leicht begreiflich, da es sich ja um eine im extrauterinen Leben erworbene Unempfindlichkeit handelt. Genauere Angaben und Abbildungen liegen aus neuerer Zeit vor von Hänig<sup>1)</sup>, Schreiber<sup>2)</sup>, Shore<sup>3)</sup>.

Fig. 114.

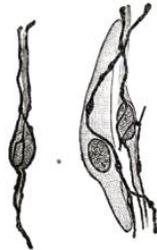


Der für Geschmack unempfindliche Teil der Zungenoberfläche, bestimmt bei Reizung mit süß ———, sauer ●●●●●, bitter . . . . , und salzig - - - - . Der fein punktierte Bezirk hat gar keine Geschmacksempfindung. (Nach Schreiber.)

Die unempfindliche Zone wird etwas verschieden groß gefunden, je nachdem man mit süßen, sauren, bitteren oder salzigen Stoffen reizt. Am kleinsten ist der für Säure unempfindliche Teil, am größten der zur Perception von Bitterem unfähige. Fig. 114 zeigt die Darstellung dieser Bezirke, die Schreiber gibt. Man sieht, daß der für sauer unempfindliche Teil zugleich für alle anderen Geschmacksarten unempfindlich ist.

Die Verhältnisse sind übrigens in dieser Hinsicht individuell ebenfalls sehr wechselnd, und man wird sich hüten müssen, eine Darstellung wie die Schreibersche als Ausdruck des normalen Verhaltens zu betrachten. Unter den Erwachsenen findet man nicht selten solche, deren Gaumensegel keine Schmeckfähigkeit hat, auch an der Zungenspitze wird dieser Defekt bei sonst gutem Schmeckvermögen beobachtet. Schmeckvermögen des harten Gaumens ist, wenn überhaupt bei Erwachsenen vorkommend, eine Seltenheit.

Fig. 115.



Zwei isolierte Schmeckzellen und eine Stützzelle aus einer Geschmacksknospe. Dazwischen Nervenendigungen. (Nach Arnstein.)

Ganz seltsam ist die Angabe von Toulouse und Vaschide<sup>4)</sup>, daß für den sauren Geschmack die ganze Mundschleimhaut (einschließlich Zahnfleisch, Wangen, harter Gaumen) empfindlich sei, ja sogar die Zähne (!). Diese Autoren haben mit *Acidum aceticum purum* gereizt.

Die Geschmacksknospen. An allen Stellen der Schleimhaut, an welchen Geschmacksempfindlichkeit nachweisbar ist, hat man die von Lovén<sup>5)</sup> und Schwalbe<sup>6)</sup> entdeckten Geschmacksknospen gefunden. Jedes dieser Organe, etwa  $80\mu$  lang und  $40\mu$  dick, besteht aus einer Gruppe von langgestreckten Zellen, zwischen welche sich die letzten feinen Verästelungen der Schmecknerven verfolgen lassen (Fig. 115). Die Mehrzahl der Autoren nimmt

<sup>1)</sup> Zur Psychophysik des Geschmackssinnes. Inaug.-Diss., Leipzig 1901 und Philos. Studien von Wundt 17, 576. — <sup>2)</sup> Rec. de mémoires sur la philosophie offert à Morochowetz in 1892. Moskau 1893 (zitiert nach Marchand). — <sup>3)</sup> Journ. of Physiol. 13, 191, 1892. — <sup>4)</sup> Compt. rend. de l'Académie des sciences 130 (1901). — <sup>5)</sup> Arch. f. mikr. Anat. 4 (1867). — <sup>6)</sup> Ebenda 3 (1867).

zwei Arten von Zellen an, Stützzellen und Schmeckzellen. Ob dieser auf Grund der äußeren Gestaltung geschehenen Teilung eine Berechtigung von physiologischen Gesichtspunkten aus zukommt, läßt sich zurzeit nicht beurteilen.

Die „Schmeckzellen“ sind von wechselnder Form, doch stets nach dem äußeren Ende der Knospe hin zugespitzt und hier mit einem Stifftchen besetzt. Die spitzen Enden konvergieren gegen die Spitze der Knospe hin. Diese ist vom gewöhnlichen Epithel der Schleimhaut so umgeben und größtenteils bedeckt, daß nur die grubchenartige, vertiefte Knospendingung durch den Porus gustatorius zugänglich bleibt. Von der Schleimhautfläche gesehen erscheint jeder dieser Geschmackspori als eine kleine Lücke zwischen den platten Epithelzellen.

Die Nervenfasern treten marklos zwischen die Zellen der Knospe hinein, von deren Basis aus, und dringen bis hart an den Geschmacksporus vor, ein Umstand, der es etwas zweifelhaft machen könnte, ob die „Schmeckzellen“ für die Schmeckfunktion entscheidende Bedeutung haben<sup>1)</sup>.

Eine Zeitlang hielt man die Knospen wegen des Porus für hohle Gebilde und nannte sie Schmeckbecher (M. Schultze). Über die Einzelheiten des feineren Baues der Knospen vergleiche die histologischen Werke.

Das Vorkommen der Geschmacksknospen (Hoffmann<sup>2)</sup> am weichen Gaumen ist nicht unbestritten (Schaffer<sup>3)</sup>.

Überraschend war die Auffindung gleicher Knospen an Stellen, denen man zunächst keine Schmeckfunktion zutrauen mochte, nämlich an der Epiglottis (Verson<sup>4)</sup> und im Innern des Kehlkopfes (Davis<sup>5)</sup>. Wie bei den Knospen der *Papillae fungiformes* ist bei diesen letztgenannten der Porus in einen kleinen Kanal verlängert, in dem die eigentlichen Knospen ziemlich tief im Epithel sitzen. Das Vorkommen der Knospen an Epiglottis und Kehlkopfschleimhaut gestaltete sich in der Folgezeit zu einem besonders interessanten Beweis für die Schmeckfunktion dieser Gebilde, indem es mehreren Forschern gelang<sup>6)</sup>, den experimentellen Beweis zu führen, daß Betupfen mit Chinin, Zucker u. dgl. an jenen Stellen in der Tat Geschmacksempfindung auslöst. Die biologische Bedeutung der Geschmacksorgane an Stellen, die normalerweise nicht von Speisen und Getränken berührt werden, ist unklar. Sehr wahrscheinlich richtig ist die von Zwaardemaker<sup>7)</sup> gelegentlich geäußerte Vermutung, daß die Schmeckbarkeit gewisser Gase und Dämpfe (s. oben S. 611) zum Teil auf jene Organe zurückzuführen ist. Sicher unzutreffend ist dagegen Zwaardemakers Hypothese, daß auch die Riechschleimhaut spezifische Geschmacksorgane enthalte; die von Disse<sup>8)</sup> entdeckten und von Zwaardemaker als Geschmacksknospen bezeichneten Organe in der Regio olfactoria sind unterdessen als drüsige Gebilde erkannt worden.

Die Hauptmasse der Geschmacksknospen befindet sich auf den Papillen der Zunge, und zwar am reichlichsten auf den *Papillae circumvallatae* des hinteren Zungenrückens, deren jede mehrere hundert Knospen auf ihren Seitenwänden trägt, von der eigentlichen Zungenoberfläche also ein Stück weit abgerückt. In ähnlicher Weise vor Berührung geschützt liegen die

<sup>1)</sup> Vgl. hierzu Retzius, *Biolog. Untersuch.* 4, Stockholm 1892; v. Lenhossek, *Anat. Anz.* 1893; Arnstein, *Arch. f. mikr. Anat.* 41 (1893). — <sup>2)</sup> Virchows *Archiv* 62 (1875). — <sup>3)</sup> *Sitzungsber. Akad. Wien, math.-naturw. Kl.*, 106 (1897). — <sup>4)</sup> *Sitzungsber. d. k. Akad. Wien* 57 (1868) u. Strickers *Handbuch d. Lehre v. d. Geweben*, 1871. — <sup>5)</sup> *Arch. f. mikr. Anat.* 14 (1877). — <sup>6)</sup> Vgl. Gottschau, *Würzb. Verhandl. N. F.* 15; Michelson, *Virchows Arch.* 123 (1891); Kiesow und Hahn, *Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.* 23 (1900). — <sup>7)</sup> *Ned. Tijdschr. v. Geneesk.* 1 (1899) u. *Arch. f. Anat. u. Physiol., physiol. Abteil.* — <sup>8)</sup> *Göttinger Nachrichten* 2 (1894).

Knospen der *Regio foliata*, seitlich vom Zungengrunde; bei manchen Tieren, namentlich den Nagern, entspricht dieser Region eine deutlich abgegrenzte *Papilla foliata* jederseits, die massenhafte Geschmacksknospen trägt. Auf der Vorderzunge sind die Träger der Knospen die *Papillae fungiformes*. Auf manchen von diesen vermißt man übrigens, wie stets auf den *Papillae filiformes*, die Knospen, und es kann heutzutage keineswegs als sicher hingestellt werden, daß nur da geschmeckt wird, wo Knospen sind.

Daß der Geschmackssinn am besten an den umwallten und blätterförmigen Papillen ausgebildet sei, konstatierte schon 1834 Elsässer<sup>1)</sup>, der die betreffenden Spalten auch schon Schmeckspalten nannte. Freie Nervenendigungen im Zungenepithel, die möglicherweise dem Geschmackssinn dienen könnten, beschrieben zuerst Sertoli<sup>2)</sup> und Krohn<sup>3)</sup>.

Im Alter gehen nach Hoffmann (l. c.) viele Knospen zugrunde, was die Einschränkung der Schmeckfläche gegenüber den kindlichen Schmeckorganen erklärt.

Nach Durchschneidung des Glossopharyngeus entarten die Geschmacksknospen des betreffenden Gebietes und verschwinden schließlich ganz (v. Vintschgau und Hönigsschmied<sup>4)</sup>, von Ranvier<sup>5)</sup> bestätigt).

Die Geschmacksnerven. Die Geschmacksnerven verlaufen in auffallend komplizierten Bahnen. Drei Nerven teilen sich in die Schmeckfunktion, der *Nervus lingualis* (ein Ast der dritten Trigeminusportion), der *Nervus glossopharyngeus* und der *Vagus*. Ersterer versorgt die vordere Partie (etwa  $\frac{2}{3}$ ) der Zunge, der *Glossopharyngeus* die hinteren Teile, den Zungengrund und weichen Gaumen mit Geschmacksfasern. Die Geschmacksknospen des Kehldeckels und Kehlkopfes scheinen vom *Vagus* innerviert zu sein.

Die älteren Forscher bis nach Haller nahmen ohne weiteres mit Galenus den *Lingualis* als einzigen Schmecknerven an, dann wurde eine Zeitlang der *Glossopharyngeus* als alleiniger Vermittler der Geschmacksempfindungen angesehen, bis sich allmählich die oben erwähnte vermittelnde Ansicht Bahn brach.

Die Tierexperimente haben sich in diesem Punkte als wenig förderlich erwiesen; die Beobachtung von Stannius, Panizza, Valentin u. a., daß Hunde und Katzen nach Durchschneidung der *Glossopharyngei* keine Geschmacksknospen mehr machten, können vielleicht so gedeutet werden, daß bei diesen Tieren der *Lingualis* nicht beim Schmecken beteiligt ist. Die Übertragung auf den Menschen war irrig, wie sich aus den späteren klinischen Beobachtungen ergab.

Die Geschmacksfasern des *Lingualis* verlaufen teilweise mit dem Trigeminusstamm zum Kopfmark, zum anderen Teil verlassen sie den *Lingualis* in der *Chorda tympani* und treten aus ihr wiederum teils in den *Glossopharyngeus* hinüber, teils erreichen sie das Kopfmark in der *Portio intermedia Wrisbergii* des *Facialis*.

Man wird nicht behaupten dürfen, daß über den Verlauf der Geschmacksbahnen eine einheitliche Auffassung der Autoren herrsche. Während das oben Gesagte wohl die jetzt allgemein geteilte Anschauung wiedergibt, be-

<sup>1)</sup> Anmerkung in der von Elsässer gelieferten deutschen Übersetzung von Magendies Lehrbuch der Physiologie I, 3. Aufl., Tübingen 1834. — <sup>2)</sup> *Gazetta med. veter.* 4, 2, 1873. — <sup>3)</sup> *Dissert.*, Kopenhagen 1875. — <sup>4)</sup> *Arch. f. d. ges. Physiol.* 14 (1877) u. 23 (1880). — <sup>5)</sup> *Traité technique d'histologie.* 1. Aufl. S. 949.

stehen bezüglich der Einzelheiten noch mannigfache Differenzen, die im wesentlichen darauf beruhen dürften, daß die Geschmacksfasern ihren Bestimmungs-ort auf mehreren verschiedenen Wegen erreichen, die sogar wahrscheinlich nicht unerheblichen individuellen Schwankungen unterworfen sind. Wir werden nicht fehl gehen, wenn wir annehmen, daß alle die zarten, zum Teil wenigstens variablen Anastomosen zwischen Glossopharyngeus, Facialis und Trigeminus in der Gegend der Paukenhöhle Geschmacksfasern führen können, aber nicht müssen. Die Erfahrungen der Neuropathologie, die auf den ersten Blick widerspruchsvoll erscheinen, erklären sich ungezwungen nur unter jener Annahme: Benutzung verschiedener Verbindungswege und Vorkommen individueller Schwankungen in der Bedeutung und Mächtigkeit der einzelnen Kommunikationen. Zum gleichen Schlusse sind schon Oppenheim, F. Krause u. a. gekommen.

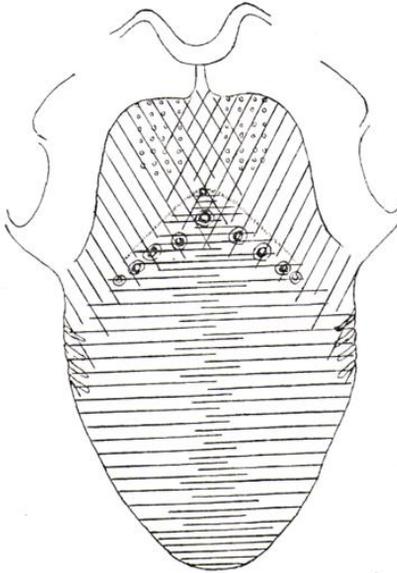
Die Erörterungen über diesen Gegenstand wurden kompliziert einmal durch unzutreffende Verallgemeinerungen einzelner Befunde — was, wie gesagt, wegen der wechselnden Anlage der Bahnen unrichtig erscheint — sodann aber durch die eigentümliche Nachwirkung einer Vorstellung, die aus einer irrigen Auffassung des Gesetzes von den spezifischen Sinnesenergien erwuchs. Man hatte eine Zeitlang unter dem Einfluß der von J. Müller selbst gegebenen Formulierung jenes Gesetzes geglaubt, ein Nerv müsse „der“ Geschmacksnerv sein. Wir nehmen jetzt ja an, daß entscheidend für die Qualität der durch einen Nervenreiz erzeugten Empfindung der Ort im Zentralnervensystem (speziell der Hirnrinde) ist, in den die betreffende Nervenbahn einmündet. Wenn also die Autoren sich bemühten, festzustellen, „welchem Nerven die Geschmacksfasern der Chorda zugehören“, bzw. wenn gesagt wurde (wie noch in neueren Lehrbüchern, z. B. Landois u. a.), die Geschmacksfasern der Chorda hätten „ihren Ursprung im Glossopharyngeus“, so konnte das schließlich doch nur den Sinn haben, daß diese Fasern im Kopfmak mit den Glossopharyngeusfasern zusammentreffen und gemeinsame Verbindungen mit den höheren Zentren besitzen. Unter „Zugehörigkeit“ von Nervenfasern zu diesen oder jenen Nerven können wir uns nichts anderes vorstellen als den Besitz gemeinsamer Anschlüsse an die corticalen Sinneszentren; hierdurch ist die spezifische Energie bestimmt, nicht durch den Verlauf in diesem oder jenem Nervenstamm, der aus der Hirnbasis heraustritt. Wir wissen längst, daß die „Hirnnerven“, wie sie sich uns beim Verlassen des Gehirns präsentieren, ebensowenig wie die fertigen Spinalnerven etwas funktionell Einheitliches sind. Den älteren Forschern, die mit diesem Gedanken noch nicht vertraut waren, konnte es Schwierigkeiten machen, anzunehmen, daß auch der Trigeminus und der Facialis Geschmacksnerven sein sollten, und es mußte für sie die befriedigendste Lösung sein, wenn sie beweisen zu können glaubten, daß entweder nur der Lingualis oder nur der Glossopharyngeus „der Geschmacksnerv“ sei.

Das Unzutreffende dieser antiquierten Vorstellung wird durch nichts besser beleuchtet als durch die neueren Erfahrungen, die F. Krause<sup>1)</sup> über Beeinträchtigung des Geschmackssinns bei intracranialer Durchschneidung des Trigeminus und Exstirpation des Ggl. Gasseri (beim Menschen) gemacht hat. Nach dieser Operation war im Lingualisgebiet das Schmeckvermögen zwar nicht aufgehoben, aber deutlich herabgesetzt. Damit ist der Verlauf von Geschmacksfasern durch den Trigeminusstamm so gut wie erwiesen, da Nebenverletzungen als Ursache dieser Störung nicht wahrscheinlich sind. Niemand wird heutzutage darin eine mit dem Gesetz der spezifischen Energien unvereinbare Tatsache sehen. Darum wäre es sehr zu wünschen, daß nun auch aus den Lehrbüchern und sonstigen Publikationen die zumeist nur im Ausdruck liegenden Reminiscenzen an jene Zeiten verschwinden möchten, in denen der einzelne Nervenstamm seine einheitlich bestimmte Funktion zugeteilt erhalten mußte.

<sup>1)</sup> Münchener mediz. Wochenschr., Jahrg. 42, 1895.

Die anatomischen und physiologischen Forschungen über die Verteilung des Wirkungsgebietes von Lingualis und Glossopharyngeus auf der Zunge stehen insofern im guten Einklang, als sorgfältige Präparationen der Zungennerven, wie sie neuerdings namentlich Zander<sup>1)</sup> beschrieben hat, den beiden Nerven gerade das Verbreitungsgebiet zuweisen, auf welches auch die Beobachtungen über Funktionsstörungen hindeuten; der Lingualis geht zur Schleimhaut der Zungenspitze und des Zungenrandes, nicht aber zum Zungenrund und der *Regio foliata*, wohin andererseits der Glossopharyngeus sich verfolgen läßt. Sogar das Hinübergreifen des jederseitigen Lingualis in seinen Endausbreitungen auf die andere Zungenhälfte, das Zander konstatierten konnte, findet in den experimentellen Befunden sein Gegenstück. Kiesow<sup>2)</sup> fand bei einseitiger Chordalähmung in einem an die Mitte der Zungenspitze angrenzenden Schleimhautstück den Geschmack nicht aufgehoben, sondern nur geschwächt.

Fig. 116.



Die Innervation der Zungenschleimhaut durch Lingualis (horizontal schraffiert), Glossopharyngeus (schräg schraffiert) und Vagus (punktirt) (nach Zander).

Für die Funktion der *Chorda tympani* als Geschmacksnerv der Vorderzunge spricht neben den mannigfachen

Beobachtungen über Geschmacks lähmung bei Chordazerstörung namentlich auch die Möglichkeit, durch Reizung der in der Paukenhöhle bloßliegenden Chorda Geschmacksempfindungen auszulösen (Duchenne<sup>3)</sup>, v. Tröltsch<sup>4)</sup>, Urbantschitsch<sup>5)</sup>, Politzer<sup>6)</sup>, Moos<sup>7)</sup>, Kiesow und Nadoleczny<sup>2)</sup> u. a.). Die Reizung kann in der Kontinuität oder am zentralen Stumpf der durchtrennten Chorda erfolgen. Duchenne (l. c.) reizte elektrisch, indem er eine Elektrode in dem mit Wasser gefüllten Gehörgang, die andere am Nacken anbrachte. Stromschleifen kann man hierbei nicht sicher ausschließen, darum bieten die Erfolge mechanischer und chemischer Reizung bei eröffneter Paukenhöhle (Mittelohreiterungen mit Trommelfellverlust) mehr Interesse.

Am häufigsten wird ein saurer oder metallischer Geschmack angegeben, der bei Berührung des Chordastumpfes mit der Sonde auftritt, meist von prickelnden oder stechenden Empfindungen begleitet. In einigen wenigen

<sup>1)</sup> Anatom. Anz. 14 (1898), vgl. auch Rautenberg, Beitrag z. Kenntnis d. Empfindungs- u. Geschmacksnerven d. Zunge. Inaug.-Diss. Königsberg 1898. —

<sup>2)</sup> Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. 23 (1900). — <sup>3)</sup> Arch. génér. de médecine 24 (1850). — <sup>4)</sup> Lehrbuch d. Ohrenheilk., 6. Aufl. — <sup>5)</sup> Arch. f. Ohrenheilk. 19 u. 20 und Beobachtungen über Anomalien des Geschmacks usw. Stuttgart 1876. — <sup>6)</sup> Lehrbuch d. Ohrenheilk. 1893. — <sup>7)</sup> Arch. f. Augen- u. Ohrenheilk. 1.

Fällen, die Urbantschitsch (l. c.) und Blau<sup>1)</sup> beschrieben haben, traten auch süße und bittere Empfindungen auf, während der salzige Geschmack nicht beobachtet wurde.

Cl. Bernard, Vulpian und Schiff hatten die Bedeutung der Chorda für den Geschmackssinn geleugnet und sie als einen nur zentrifugal leitenden Nerven betrachtet. Schiff ließ die Vorderzunge vom zweiten Trigeminusast innerviert sein.

Da F. Krause<sup>2)</sup> u. a., die nach Totalexstirpationen des Gasserschen Ganglions Geschmacksprüfungen ausgeführt haben (Mac Lane, Tiffany, Blüher, Mitchell, Thomas), in einigen Fällen die vordere Zungenhälfte auf der operierten Seite ganz ohne Geschmackssinn, in anderen Fällen mit herabgesetzter und verlangsamter Schmeckfähigkeit gefunden haben, anderseits in den beobachteten Fällen von Zerstörung der Chorda in der Paukenhöhle das Schmeckvermögen im gleichen Gebiete aufgehoben ist, ergibt sich, daß jedenfalls häufig die Geschmacksfasern der Chorda in den Trigeminus hinübertreten, sei es durch den *N. petrosus superficialis major* und das *Ggl. sphenopalatinum* zum zweiten Ast, oder durch den *N. petrosus superficialis minor*, den *Plexus tympanicus* und das *Ggl. oticum* zum dritten Ast<sup>3), 4)</sup>. Verlauf der Chordaschmeckfasern in der Wrisbergschen Facialiswurzel (Lussana u. a.) oder Übertritt in das *Ggl. petrosus* des Glossopharyngeus muß für diese Fälle ganz ausgeschlossen sein, bzw. nur für einen kleinen Teil der Chordafasern zutreffen.

Eine Regel ohne Ausnahme aber kann in diesem Verhalten nicht gefunden werden; denn wo, wie es Hitzig und einige der oben zitierten Autoren fanden, nach Trigeminusresektion der Geschmack intakt bleibt, wird man nicht umhin können, einen anderen Weg, unter Vermeidung des Trigeminusstammes, anzunehmen, also entweder den erwähnten durch die *Portio intermedia Wrisbergii* oder durch den Glossopharyngeus.

Individuelle Unterschiede scheinen übrigens auch hinsichtlich der taktilen Funktion der Chorda zu bestehen; so berichtet O. Wolf<sup>5)</sup> über einen Fall von Chordalähmung, bei dem außer dem Geschmack auch die Empfindlichkeit für Tast- und Temperaturreize auf der gelähmten Seite aufgehoben war. Kiesow und Nadoleczny (l. c.) dagegen fanden diese Empfindlichkeit unverändert. Carl<sup>6)</sup>, der die Geschmacksfunktion auf der Vorderzunge als durch den Glossopharyngeus vermittelt betrachtete, und verschiedene andere Autoren fanden bei Chordareizung taktiler Empfindungen in der Zunge. Kälteempfindungen beobachteten in ähnlichen Fällen Urbantschitsch<sup>7)</sup>, Toynebee<sup>8)</sup> u. a.

Die Geschmacksfasern für den weichen Gaumen sollen nach Dixon<sup>9)</sup> durch den Wrisbergschen Nerv gehen. Die Umgebung des *Foramen coecum* der Zunge und der Kehldeckel erhalten ihre sensiblen Fasern und vielleicht auch ihre Geschmacksfasern aus dem *Nervus laryngeus superior*, also in letzter Linie aus dem Vagus.

Wegen weiterer Literaturangaben, namentlich aus älterer Zeit, muß auf die sehr eingehende Behandlung dieses Gebietes durch v. Vintschgau verwiesen werden.

<sup>1)</sup> Berliner klin. Wochenschr. 45 (1879). — <sup>2)</sup> Münchener med. Wochenschrift. Jahrg. 42, 1895. — <sup>3)</sup> Vgl. hierzu Schlichting, Zeitschr. f. Ohrenheilk. 32 (1894). — <sup>4)</sup> Vgl. Cassirer, Arch. f. Anat. u. Physiol., physiol. Abteil., 1899, Suppl. — <sup>5)</sup> O. Wolf, Über Geschmacksstörung bei gewissen Facialislähmungen. Inaug.-Diss. Tübingen 1891. — <sup>6)</sup> Arch. f. Ohrenheilk. 10 (1876). — <sup>7)</sup> Ebenda 19 (1883). — <sup>8)</sup> Die Krankheiten d. Ohres. 1863. — <sup>9)</sup> Journ. of Anat. and Physiol. 33 (1899).

## II. Von den Eigenschaften der schmeckbaren Stoffe.

Um als Geschmacksreiz zu wirken, muß ein Stoff in der Mundflüssigkeit mindestens spurenweise löslich sein.

Eine nur scheinbare Ausnahme können Zusammensetzungen verschiedener Metallstücke bilden, an deren Oberfläche elektrische Spannungsdifferenzen bestehen und deren Berührung mit der Zunge somit galvanische Erregungen der Schmeckorgane bewirkt.

Andererseits gibt es Stoffe, die sich in der Mundflüssigkeit lösen oder doch von ihr absorbiert werden und die doch nie Geschmacksempfindung zu bewirken scheinen, so manche Gase, O, H, N; destilliertes Wasser bewirkt bei manchen Personen eine als bitter bezeichnete Geschmacksempfindung, möglicherweise aber nur dadurch, daß schmeckbare Stoffe von der Zunge, den Zähnen usw. aufgeschwemmt werden und nun an anderen Partien zur Wirkung kommen.

Unzweifelhaft können gewisse Dämpfe und Gase „geschmeckt“ werden, und nicht nur solche, die auch Geruchsempfindungen auslösen. Kohlensäure z. B. löst, gasförmig auf die Zunge strömend, deutliche Geschmacksempfindung aus. Die Empfindung des Sauren herrscht vor, darunter sind aber auch Anklänge an süßlich und schwache Empfindungen von anderer Art vorhanden, die einigmaßen an das Prickeln der Kohlensäure im Sauerbrunnen erinnern.

Chloroformdampf, der auf die Zunge oder gegen den weichen Gaumen geleitet wird, schmeckt intensiv süß, Aldehyd- und Ätherdampf etwas bitterlich, Essigsäuredampf stark sauer, ununterscheidbar von irgend einer Mineralsäure, sofern der Zutritt zur Nase verhindert wird. Daß dieses „gustatorische Riechen“ (wie es nicht ganz zutreffend genannt worden ist) nicht durch die Riechorgane, sondern teils durch die Geschmackorgane im Munde, teils durch diejenigen auf der Rückseite des Gaumensegels vermittelt wird, wurde schon oben beim Geruchssinn erwähnt (S. 612 f.).

Graham<sup>1)</sup> weist darauf hin, daß alle schmeckbaren Stoffe zu den „crystalloiden“ Körpern gehörten, während die „colloiden“ nicht schmeckbar seien. Ob dieser Satz in voller Strenge Gültigkeit hat, wird nicht ganz leicht festzustellen sein, weil manche Colloide schwer ganz rein darzustellen sind und zudem bei der Berührung mit dem Mundspeichel Veränderungen und Spaltungen erleiden mögen.

Bemerkenswert ist die auch von Sternberg<sup>2)</sup> erwähnte und anerkannte Angabe, daß Quecksilberchlorid (Sublimat), obgleich es eine für alle Gewebe nichts weniger als indifferente Substanz ist, geschmacklos sein soll.

Über die chemischen oder physikalischen Eigenschaften, auf denen der süße, bittere, saure und salzige Geschmack beruht, wissen wir so gut wie nichts. Höber<sup>3)</sup> und Kiesow<sup>3)</sup> haben eigentlich schon zu viel behauptet, wenn sie sagen, „man weiß, daß die Säuren sauer, daß viele Salze salzig schmecken, man weiß, daß die Alkaloide zumeist bitter, und daß viele Kohlehydrate süß schmecken“, denn lange nicht alle Säuren schmecken sauer und nicht alle sauer schmeckenden Stoffe sind im chemischen Sinne Säuren.

Höchst auffallend ist die beträchtliche Verschiedenheit der chemischen Konstitution bei den Stoffen, die süß schmecken. Neben sehr vielen Zucker-

<sup>1)</sup> Zitiert nach Marchand op. cit. S. 62. — <sup>2)</sup> Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. 35, 1904. — <sup>3)</sup> Zeitschr. f. physikal. Chemie 27 (1898).

arten und sonstigen organischen Stoffen aus verschiedenen Gruppen (wie Glykoside, Chloroform u. a.) schmecken auch manche anorganische Substanzen süß, wie der Bleizucker, manche Berylliumverbindungen; auch in den Mischgeschmäckern mancher Alkalien und Schwermetallverbindungen ist eine süße Komponente unverkennbar. Sternberg hat in einer ganzen Reihe von Arbeiten<sup>1)</sup> interessante Feststellungen zu dieser Frage geliefert, ohne daß man jedoch behaupten könnte, daß dadurch mehr Klarheit gewonnen wäre.

Von Interesse ist, daß eine reine Zuckerart, die d-Mannose, nach den meisten Angaben<sup>2)</sup> bitter schmeckt. Sternberg<sup>3)</sup> gibt allerdings an, der Geschmack sei zuerst süß und gehe erst allmählich in einen bitteren über, der als Nachgeschmack bestehen bleibt. Bei demselben Autor findet man genaue Angaben über die seltsamen Geschmacksdifferenzen zwischen chemisch-isomeren Körpern, auf die ich hier nicht eingehe, da sie physiologische Bedeutung zunächst noch nicht gewonnen haben. Besonders häufig ist der Umschlag zwischen süß und bitter bei einander verwandten Stoffen; überhaupt ist die Konstitution der bitter schmeckenden Stoffe fast ebenso schwankend wie die der süßen.

Sternberg gegenüber muß übrigens mit Bestimmtheit hervorgehoben werden, daß für solche Geschmacksprüfungen keineswegs, wie er glaubt, die Konzentration gleichgültig ist, ebensowenig wie die gereizte Zungenpartie.

Haycraft<sup>4)</sup> hat die salzig und bitter schmeckenden Metallsalze systematisch zu ordnen gesucht, ohne daß dabei etwas Befriedigendes zutage gekommen wäre. Über den Geschmack von Salzen und Laugen haben Höber und Kiesow (l. c.) Untersuchungen angestellt, auf die in anderem Zusammenhang noch zurückzukommen sein wird.

### III. Die Mechanik des Schmeckens.

Abgesehen von dem Spezialfall des Schmeckens von Gasen ist die Bedingung für das Schmecken einer Substanz einfach dadurch gegeben, daß diese die Zunge oder einen anderen, mit Geschmacksorganen ausgerüsteten Teil der Mundschleimhaut berühren müssen, wie dies bei jeder Art von normaler Nahrungsaufnahme geschieht. Die in den Mund gebrachte Speise oder Flüssigkeit berührt für gewöhnlich successive fast die gesamte schmeckende Oberfläche mit Ausnahme der Kehlkopfschleimhaut. Eine vorübergehende Stagnation der mit Schmeckstoffen beladenen Mundflüssigkeit wird leicht zu beiden Seiten des Zungengrundes eintreten, wo eine Häufung von Geschmacksorganen in Gestalt der *Regio* bzw. *Papilla foliata* erkennbar ist.

Es ist nicht ohne Interesse, daß auch bei Insekten, deren Geschmacksorgane ja ganz anders eingerichtet sind wie bei Wirbeltieren, doch in den Fällen, wo eine Art Zunge vorhanden ist, sich eine besondere Häufung der Schmeckpapillen zu beiden Seiten der Zungenwurzel findet, wo sich die Mundflüssigkeit sammeln muß.

Eine weitere Begünstigung für das Stagnieren von Flüssigkeit in unmittelbarer Nähe der Knospen ist durch die Gräben gegeben, welche die

<sup>1)</sup> Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1898 u. 1903; Sitzungsber. Physiol. Ges. Berlin 1898 u. 1902; Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. 22 (1899). — <sup>2)</sup> Vgl. z. B. von Ekenstein, Rec. trav. chimiques Pays-Bas 14 u. 15 (1896). — <sup>3)</sup> Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. 35 (1904). — <sup>4)</sup> Brain, 10 (1887).

*Papillae circumvallatae* umgeben, und ebenso durch die Furchen zwischen den Blättern der *Papilla foliata*. Bei den pilzförmigen Papillen der Vorderzunge fehlen solche Vorrichtungen, womit es wahrscheinlich zusammenhängt, daß, wie bekannt, Geschmackseindrücke im hinteren Teile der Mundhöhle viel länger haften als vorn.

Bewegungen der Zunge sind zum Schmecken nicht notwendig, und es kann nicht als erwiesen gelten, daß die Bewegungen der Zunge beim aktiven Schmecken oder „Kosten“ die Empfindlichkeit für Geschmacksreize direkt erhöhen. Wie Fick<sup>1)</sup> beobachtete, werden allerdings schmeckbare Flüssigkeiten, die auf den hinteren Teil des Zungenrückens gebracht werden, bei ruhig gehaltener Zunge oft gar nicht oder nur ganz schwach geschmeckt, sehr deutlich dagegen, wenn die Zunge bewegt und an den Gaumen angedrückt wird.

Für Erregbarkeitssteigerung durch den gleichzeitigen mechanischen Reiz spricht, wie Öhrwall<sup>2)</sup> mit Recht hervorhebt, nichts; Öhrwall versuchte auch vergebens, durch mechanische Reize experimentell die Geschmacksempfindlichkeit zu steigern. Die Ficksche Beobachtung erklärt sich aus der durch die Reibung und Bewegung bewirkten Verbreitung der schmeckenden Substanz auf dem Geschmacksorgan und vielleicht auch dadurch, daß das Eindringen der Substanzen in die Gräben der Schmeckpapillen durch Druck von oben erleichtert wird.

Bei festen und halbweichen Substanzen kommt natürlich auch die Einspeichelung bei dem Herumwälzen im Munde in Betracht. Kaubewegungen begünstigen ja die Bildung und Ergießung des Speichels und somit auch indirekt das Schmecken.

Erektion der Geschmackspapillen oder Anschwellung, welche Haller gesehen haben wollte, konnte weder von Bidder<sup>3)</sup>, noch von Öhrwall (l. c.) bestätigt werden.

Raspail<sup>4)</sup> hatte behauptet, Eintauchen der Zungenspitze in Zuckerlösung ohne Berührung der Gefäßwände bewirke nur Kälteempfindung, keinen Geschmack; v. Vintschgau, der die Beobachtung anzuerkennen scheint, vermutet, die Berührung mit der Gefäßwand sei nötig, um die Lösung in die Geschmackspori zu pressen.

Öhrwall kann die tatsächliche Beobachtung nicht bestätigen (ich ebenfalls nicht). Die genannten Autoren mögen an der Zungenspitze keinen oder nur unvollkommenen Geschmack gehabt haben.

#### IV. Die inadäquaten Reize des Geschmacksorganes. Der elektrische Geschmack.

Es ist eine bemerkenswerte Tatsache, daß auf die Geschmacksorgane und im speziellen auf die Endausläufer der Geschmacksnerven in der Zunge, soweit bis jetzt bekannt, mechanische und thermische Reize überhaupt nicht wirken, während die Endigungen der Tastnerven der Zunge, die für die feinsten Berührungsreize empfindlich sind, und ebenso die Wärme- und Kältenerven

<sup>1)</sup> Lehrbuch der Anat. u. Physiol. d. Sinnesorg., 1864, S. 83. — <sup>2)</sup> Skandin. Arch. f. Physiol. 2, 60, 1891. — <sup>3)</sup> Artikel „Schmecken“ in Wagners Handwörterbuch der Physiol. 3, 9, 1846. — <sup>4)</sup> Frorieps neue Not. Nr. 98 (V, Nr. 10), 1838.

der Mundschleimhaut allem Anscheine nach in sehr ähnlicher Weise wie die Schmecknerven in der Zunge endigen. Auf die Bedeutung dieser Tatsache für Fragen der allgemeinen Sinnesphysiologie wurde schon oben hingewiesen; sie hat mit der spezifischen Energie der Sinnesorgane nichts zu tun, fällt vielmehr unter das Prinzip der spezifischen Disposition der Sinnesorgane.

Zu erwägen bleibt, ob auch die eigentümlichen Erscheinungen bei elektrischer Reizung des Geschmacksorgans unter diesem Gesichtspunkt zu betrachten sind.

Der galvanische Strom erzeugt beim Durchströmen der Zungengegend Geschmacksempfindungen, die zuerst von Sulzer (1752) beobachtet zu sein scheinen, von Volta (1792) neu entdeckt wurden.

Die Literatur über diesen Gegenstand ist eine sehr umfangreiche. Ältere Arbeiten findet man bei v. Vintschgau in Hermanns Handbuch der Physiologie, Bd. 3, zitiert, neuere bei Hermann und Laserstein<sup>1)</sup>. Als wichtigste Arbeiten seien außer den eben erwähnten die folgenden genannt: Ritter<sup>2)</sup>, Rosenthal<sup>3)</sup>, v. Vintschgau<sup>4)</sup>, Shore<sup>5)</sup>, Hofmann und Bunzel<sup>6)</sup>.

Übereinstimmend wird von fast allen Autoren der Geschmack an der Stelle, wo die Anode der Zunge anliegt, als sauer bezeichnet<sup>7)</sup>, während die Bezeichnung des Kathodengeschmacks sehr wechselnd ist (scharf, laugenhaft, bitter usw.). Der elektrische Geschmack, namentlich der saure Geschmack, tritt auch sehr deutlich und in noch größerer Reinheit auf, wenn die Elektroden der Zunge nicht direkt anliegen, sondern irgendwo am Kopfe in solcher Weise angebracht sind, daß noch merkliche Stromschleifen durch die Zunge gehen.

Das Hauptinteresse bei der Untersuchung des elektrischen Geschmacks konzentrierte sich schon sehr früh auf die wohl von A. v. Humboldt<sup>8)</sup> zuerst berührte Frage, ob der elektrische Geschmack von direkter Reizwirkung der Elektrizität oder von chemischen Umsetzungen herrühre, die durch den Strom in den Geweben herbeigeführt werden. Da salzhaltige Flüssigkeiten durch Elektrolyse in der Tat so zerlegt werden, daß an der Anode saure, an der Kathode alkalische Reaktion auftritt, lag es in der Tat sehr nahe, anzunehmen, daß bei der Durchströmung der Zunge im Speichel oder in den Gewebssäften der Zunge selbst sich saure bzw. alkalische Schmeckstoffe bildeten. Gegen diese „elektrolytische Theorie des elektrischen Geschmacks“ führte zuerst schon Volta den später vielfach (auch von Rosenthal) bestätigten Versuch ins Feld, bei welchem als Anode eine alkalische Flüssigkeit dient, in die man die Zunge eintaucht, ohne daß dadurch das Auftreten sauren Geschmacks verhindert wird. Rosenthal (l. c.) ließ zwei Personen, die mit je einer Hand einen Pol einer Batterie faßten, sich mit den Zungenspitzen berühren, und obwohl nun die dünne Flüssigkeitsschicht zwischen den beiden

<sup>1)</sup> Arch. f. d. ges. Physiol. 49, 1891. — <sup>2)</sup> Gilberts Ann. d. Physik. 7, 1801 und 19, 185. — <sup>3)</sup> Arch. f. Anat. u. Physiol., physiol. Abteil., 1866. — <sup>4)</sup> Arch. f. d. ges. Physiol. 20, 111, 1879. — <sup>5)</sup> Journ. of Physiol. 13 (1892). — <sup>6)</sup> Arch. f. d. ges. Physiol. 66 (1894). — <sup>7)</sup> Ritter gibt an, daß bei sehr starken Strömen die Verteilung der beiden Geschmacksarten sich umkehre. Andere Forscher konnten dies nicht bestätigen. — <sup>8)</sup> Versuche über die gereizten Muskel- u. Nervenfasern usw. I, Posen u. Berlin 1797.

feuchten Zungen nicht gleichzeitig sauer und alkalisch schmecken konnte, hatte die eine Person sauren, die andere alkalischen Geschmack, je nach der Stromesrichtung in ihren Zungen. Rosenthal brachte ferner auf die Zunge schwach blaues Lackmuspapier und setzte auf dieses die Anode: saurer Geschmack wurde wahrgenommen, obgleich das Papier sich nicht rötete.

In Wahrheit beweisen diese Versuche nichts gegen die elektrolytische Theorie. Valentin<sup>1)</sup> hob schon hervor, daß der letzterwähnte Rosenthalsche Versuch nur beweise, daß das Geschmacksorgan empfindlicher reagiert als das Reagenzpapier. Hermann<sup>2)</sup> betonte späterhin mit vollem Rechte, daß es sich keineswegs nur um Elektrolyse des Speichels handeln müsse, sondern daß auch innerhalb des Gewebes selbst, wo Substanzen verschiedener Leitungsfähigkeit aneinander grenzen, Elektrolyse eintreten kann und muß, demnach auch sehr wohl innerhalb der Geschmacksknospen.

Bemerkenswert ist vor allem ja auch die von Valentin in diesem Zusammenhang hervorgehobene Tatsache, daß gerade solche Sensationen bei der Galvanisierung der Zunge auftreten, die den hypothetischen Elektrolyten entsprechen würden. Das ist nun allerdings nur mit Vorbehalt zu behaupten, denn die Empfindung am negativen Pol hat einen recht komplizierten, schwer definierbaren Charakter. Unzweifelhaft werden an der Kathode neben Geschmackseindrücken stechende und brennende Empfindungen ausgelöst, deren schwierige Abgrenzung gegenüber dem Geschmack sich hier wieder einmal eklatant zeigt. Mir erscheint die Kathodenreizung an der Zungenspitze sehr ähnlich der Reizwirkung bei punktförmiger Betupfung mit einer etwas starken Lauge. Der charakteristische laugige Geschmack im letzteren Falle tritt offenbar erst bei Diffusion und Abschwächung des Reizes auf. Bei der galvanischen Reizung fällt dieses Moment natürlich weg, und so könnte man nach der Qualität der Empfindung bei den beiden Reizungsarten sehr wohl die elektrolytische Theorie befriedigend finden. Es muß aber bedacht werden, daß die Empfindung bei der Laugenreizung, solange sie punktförmig ist, sehr wenig charakteristisch gerade für das Alkali ist und alle möglichen anderen Arten von „scharfen“ Stoffen eine sehr ähnliche Empfindung erzeugen. Hermann und Laserstein nennen den Kathodengeschmack „deutlich laugenhaft, etwas bitterlich“, Hofmann und Bunzel vergleichen ihn zwar auch mit demjenigen der bitterlich schmeckenden, verdünnten Kalilaugen, finden aber hier wie dort das eigentlich Laugenhafte nicht so deutlich ausgeprägt wie beispielsweise bei Sodalösung. Shore hinwiederum findet in der 10proz. Sodalösung den passenden Vergleich.

Von Hofmanns und Bunzels Untersuchungen möge hier noch erwähnt werden, daß die Autoren am Zungengrunde die bittere Empfindung (an der Kathode) reiner fanden als an der Spitze, und zwar auch bei großer Stromdichte, die an der Zungenspitze stechende Empfindungen bewirkt. Der Anodengeschmack bekommt am Zungengrunde metallischen Beigeschmack, bei stärkerer Reizung mit Ekel verknüpft.

Seit langem weiß man, daß der galvanische Strom auf das Geschmacksorgan als Dauerreiz wirkt und Stromschwankungen die Empfindung nur

---

<sup>1)</sup> Versuch einer physiol. Pathol. der Nerven, 1864. — <sup>2)</sup> Grundriß der Physiol., 4. Aufl. 1872, S. 337.

unerheblich, wenn überhaupt, verstärken; bei der Stromöffnung hatte Ritter Umkehr des Geschmacks gefunden. Die Richtigkeit dieser Beobachtung wurde von Rosenthal bestritten, von v. Vintschgau mit gewissen Einschränkungen wieder bestätigt. Für Hofmann und Bunzel ist, wie auch für mich, der Kathodenöffnungsgeschmack deutlich sauer, dabei stärker als der Kathodenschließungsgeschmack (Shore). Er tritt schon bei Strömen auf, die bei der Schließung überhaupt keine Empfindung erzeugen (von v. Vintschgau schon gelegentlich beobachtet).

Am Zungengrunde finden Hofmann und Bunzel im KaOe-Geschmack eine deutliche Süßkomponente. Süßer Geschmack tritt an dieser Stelle auch als Nachgeschmack nach Alkali-Reizung auf. Auch Öhrwall<sup>1)</sup> fand an der Kathode süßen und bitteren Geschmack. Die für Geschmack unempfindlichen Partien ergeben auch keinen elektrischen Geschmack. Wohl aber tritt, wie Hermann fand (l. c.), bei Aufsetzung der Kathode auf die unempfindliche Region an den Rändern der Zunge der saure „Gegengeschmack“ auf, infolge der Bildung sekundärer Elektroden. Bitterer oder laugenhafter Gegengeschmack bei Anodenapplikation existiert nicht. Cocainisierung der Zungenschleimhaut, die den Geschmack (bei Hermann) völlig aufhebt, vernichtet auch den elektrischen Geschmack. Hofmann und Bunzel bestätigten dieses, fanden aber außerdem ein weiteres Stadium der Cocainwirkung, in welchem nur der bittere Geschmack aufgehoben ist; in diesem Stadium erzeugte ein Strom, der deutlichen KaOe-Geschmack machte, keine Spur einer KaS-Empfindung. Die Cocainversuche ergaben im KaS-Geschmack hiernach das Vorhandensein einer bitteren Komponente, entsprechende Versuche mit Gymnema-Anästhesie eine süße Komponente im KaOe-Geschmack.

Die Folgerungen für die Theorie des elektrischen Geschmacks, die aus den erwähnten Tatsachen gezogen werden können, sind bis jetzt noch unbefriedigend. Hermann hat sich auf Grund der Lasersteinschen Versuche für die elektrolytische Theorie entschieden, muß also den KaOe-Geschmack als eine Art Kontrasterscheinung auffassen, Hofmann und Bunzel finden in dem Vorhandensein eines KaOe-Geschmacks bei fehlendem KaS-Geschmack ein starkes Bedenken und wollen neben der adäquaten Erregung durch Elektrolyte die direkte Erregung der Nervenfasern durch den Strom zur Erklärung der komplizierten Erscheinungen heranziehen, betonen übrigens, meines Erachtens sehr mit Recht, daß die vorliegenden Daten eine völlig befriedigende Erklärung noch nicht ergeben. Sicher ist, daß man in dem Nachweis der Bitterkomponente im KaS-Geschmack ein Argument gegen die elektrolytische Theorie nicht finden kann, da reines Alkali unter Umständen auch nur rein bitteren Geschmack erzeugt. Ebenso wenig kann das Auffinden einer Süßkomponente im KaOe-Geschmack für direkte Erregung von „Süßfasern“ gedeutet werden. Auch Alkaligeschmack enthält unter Umständen eine Süßkomponente, ich erinnere an die Kiesowsche Beobachtung<sup>2)</sup> des laugenhaften Mischgeschmacks bei Mischung von Süß und Salzig; ob der süße Nachgeschmack nach Kalilauge eine Kontrasterschei-

---

<sup>1)</sup> Skandin. Arch. f. Physiol. 2, 63, 1891. — <sup>2)</sup> Philos. Studien von W. Wundt, 12 (196).

nung ist, muß zum mindesten zweifelhaft genannt werden, wahrscheinlicher ist es, daß in der Nachwirkung eine Komponente zum Vorschein kommt, die vorher durch die bittere übertönt war (bitterer Geschmack bleibt als lange haftender Nachgeschmack nur bei gewissen Stoffen, nicht nach Reizung mit Bittersalz!).

Die Angaben von Öhrwall<sup>1)</sup> über Reizungen von einzelnen Papillen sind zu unbestimmt, um irgend welche Schlüsse für die hier interessierenden Fragen zu gestatten; auch Kiesow<sup>2)</sup> scheint bei seinen Reizungen einzelner Papillen nichts Klares gefunden zu haben.

Jedenfalls liegt in den bisher erwähnten Beobachtungen nichts, was die elektrolytische Theorie ausschliesse. Direkt für diese sprechen Versuche, die v. Zeynek<sup>3)</sup> neuerdings angestellt hat; sie ergaben, daß der elektrische Geschmack sich mit zunehmender Stromspannung in der Art ändert, wie es bei Voraussetzung elektrolytischer Wirkung erwartet werden konnte.

Lag die Kathode an der Schmeckfläche, so entstand bei der Spannung 0,7 Volt eine unbestimmte, bei 1,5 Volt eine „herbe, wenig alkalische“, bei 2 Volt eine deutlich laugenhafte Empfindung. Etwa bei 1,08 Volt lag der Zersetzungspunkt der Hydroxylionen, bei 1,45 derjenige der Kaliumionen. Analog waren die Verhältnisse bei Anodenreizung.

Erwiesen scheint mir, daß die Nervenfasern in der Zunge nicht auf jeden wirksamen Reiz mit einer spezifischen Geschmacksqualität reagieren, sondern die Qualität, in der sie reagieren, durch die Beschaffenheit des Endorgans (der Geschmacksknospen) und in gewissem Maße natürlich auch des Reizes bestimmt ist. Wahrscheinlich funktionieren die „Schmeckzellen“ als Überträger für den adäquaten wie auch für den inadäquaten (elektrischen) Reiz, indem letzterer durch elektrolytische Vorgänge in den adäquaten übergeführt wird. Weiter unten (S. 641 f) komme ich in anderem Zusammenhange auf die spezifische Energie und Disposition der Geschmacksorgane zurück.

Mechanische Reize scheinen die Geschmacksorgane nicht erregen zu können. Nach verschiedenen älteren Angaben (Valentin, Wagner, v. Vintschgau) soll allerdings Druck auf die Zunge oder leises Klopfen auf die Zungenspitze (Baly<sup>4)</sup>) Geschmacksempfindungen auslösen. Ob es sich hier um wirkliche mechanische Reizung der Geschmacksnerven handelt, ist mir sehr zweifelhaft. Ich habe übrigens, wenn ich die Zunge aus dem Munde herausgestreckt halte, fast regelmäßig verschiedenartige Geschmackssensationen. Kiesow<sup>5)</sup> fand bei mechanischer Reizung einzelner Papillen mit Holzstäbchen keine Wirkung auf den Geschmackssinn.

## V. Gustometrie und Saporimetrie.

Die Messung der Empfindlichkeit des Geschmacksorgans für seinen adäquaten Reiz möge in Analogie zur Bezeichnung Olfactometrie als Gustometrie bezeichnet werden, die vergleichende Messung der Reizwirkung verschiedener Schmeckstoffe als Saporimetrie (entsprechend der Odorimetrie).

<sup>1)</sup> Skandin. Arch. f. Physiol. 2 (1891). — <sup>2)</sup> Philos. Studien von W. Wundt 14 (1898). — <sup>3)</sup> Zentralbl. f. Physiol. 13 (1898). — <sup>4)</sup> Übersetzung von Müllers Physiol. Ann. S. 1062 (zitiert nach v. Vintschgau). — <sup>5)</sup> Philos. Stud. von W. Wundt 14, 614, 1898.

Bei der Gustometrie wird die Reizintensität des verwendeten Schmeckstoffes als bekannt und konstant vorausgesetzt und die Empfindlichkeit des Sinnesorgans für denselben geprüft; bei der Saporimetrie nehmen wir die Empfindlichkeit des normalen Geschmacksorgans als etwas fest Gegebenes und prüfen vergleichend die Reizwirkung verschiedener Substanzen. Die Prüfung geschieht hier wie bei anderen Sinnesorganen nach dem Prinzip der Schwellenbestimmung, d. h. wir bestimmen den eben merklichen Reiz, in dem speziellen Fall des Geschmackes die eben merkliche Konzentration eines Stoffes in einem bestimmten Flüssigkeitsquantum, das in den Mund gebracht wird, oder die absolute Gewichtsmenge einer Substanz, die mit dem Geschmacksorgan in Berührung gebracht werden muß, damit Geschmacksempfindung zustande kommt. Rationelle Saporimetrie sowohl wie Gustometrie hat zur Voraussetzung genaue Kenntnis der Wirkungsbedingungen des adäquaten Geschmacksreizes.

Abgesehen von der Menge der reizenden Substanz bestimmt den Reizerfolg: 1. die Größe der gereizten Schleimhautfläche, 2. die Dauer der Einwirkung des Reizes, 3. die Temperatur der Schleimhaut und der reizenden Substanz, 4. der Erregbarkeitszustand des Sinnesorgans bzw. des gesamten Nervensystems.

Die Angaben über die zur Erregung des Geschmackssinnes nötigen Substanzmengen und Konzentrationen sind sehr schwankend, hauptsächlich wohl weil die verschiedenen Untersucher verschiedene Prüfungsmethoden anwandten, außerdem aber wahrscheinlich wegen der erheblichen individuellen Differenzen der Erregbarkeit. Die älteren Angaben findet man bei v. Vintschgau zitiert, die neueren recht vollständig bei Zwaardemaker<sup>1)</sup> und Marchand<sup>2)</sup>.

Die neueren Untersuchungen bestätigen eigentlich nur, was Valentin<sup>3)</sup> i. J. 1848 schon gefunden hatte. Ich gebe einige Zahlen nach Valentin (den Gehalt in Prozent umgerechnet).

	Gehalt Proz.	Gesamtmenge d. geschmeckten Flüssigkeit ccm	Absoluter Gehalt der Lösung g	Bemerkungen
Zucker . . . . .	1,2	20	0,240	eben erkennbar
Kochsalz . . . . .	0,4	1,5	0,007	deutlich, aber schwach
Schwefelsäure . .	0,2	12	0,027	äußerst schwach
(wasserfrei) . .	0,001	—	—	eben erkennbar, nicht deutlich
	0,0001	—	—	
Chininsulfat . . .	0,003	—	—	deutlich
	0,0001	—	—	höchstens eine Spur

Man erhält also verschiedene Schwellen, wenn man eine bestimmte Substanzmenge in verschiedenen Mengen Wasser löst. Eine kleine Menge

<sup>1)</sup> Zusammenfassendes Referat in *Ergebn. d. Physiol.* 2, 2, 1903. — <sup>2)</sup> *Le goût.* Paris 1903. — <sup>3)</sup> *Lehrbuch d. Physiol. d. Menschen* 2, (2), 301, 1848.

konzentrierter Lösung ergibt niedrigere Schwellenwerte als Lösung derselben Menge in einer größeren Portion Wasser. Demgemäß schwanken auch die Angaben der neueren Autoren je nach der Menge des Lösungsmittels, die sie verwandten. Ich gebe noch einige Zahlen über die absoluten Mengen der Schmeckstoffe, die nach neueren Autoren eben zur Erregung der Geschmacksempfindung hinreichen.

Zucker: 3 mg (Venables<sup>1)</sup>, 58 (Heymans<sup>2)</sup>.

Kochsalz: 1 mg (Venables<sup>1)</sup>, 3 (Höber und Kiesow<sup>3)</sup>, 25 (Heymans<sup>2)</sup>, 36 (Kahlenberg<sup>4)</sup>.

Schwefelsäure: 0,4 mg (Öhrwall, l. c.).

Chinin. hydrochlor.: 0,04 (Heymans<sup>2)</sup>.

Bei diesen Schwankungen haben die absoluten Zahlen begreiflicherweise geringen Wert. Die Autoren, die hohen Schwellenwert angeben, haben meistens größere Flüssigkeitsmengen angewandt. Besonders hochgradig ist die Empfindlichkeit für den bitteren Geschmack des Strychninsulfats. Lombroso und Ottolenghi<sup>5)</sup> fanden, wenn sie 0,5 ccm einer 0,001 proz. Lösung anwandten, noch Geschmacksempfindung. Das wäre 0,005 mg als wirksame Menge.

Besonders eingehende Untersuchungen hat Camerer<sup>6)</sup> über die Grenzen der Schmeckbarkeit des Chlornatriums unter verschiedenen Bedingungen angestellt; er reizte auch schon einzelne Papillen und fand eine Lösung mit 0,0062 g NaCl wirksam, mit 0,0021 schon unwirksam. Die minimale Menge ClNa, die bei Betupfen einer pilzförmigen Papille mit einem Kristall ausreicht, um die Empfindung des Salzigen hervorzurufen, schätzt Camerer auf weniger als 0,0024 mg.

Der Einfluß der Größe der gereizten Zungenoberfläche ergibt sich ebenfalls aus Versuchen von Camerer. Die Zahl der richtigen Urteile beim Vergleich einer salzhaltigen und einer salzfreien Flüssigkeit nahm merklich zu, je mehr Papillen gereizt wurden.

Bezüglich des Einflusses der Temperatur der Lösungen auf die Feinheit des Geschmacks hatte Camerer gefunden, daß ein Optimum bei Temperaturen zwischen 10 und 20° zu finden sei. Kiesow<sup>7)</sup> findet dagegen, daß bei allen Temperaturen, bei denen kein Wärme- oder Kälteschmerz auftritt, die Empfindlichkeit dieselbe bleibt; andererseits bestätigte Kiesow, wie auch schon früher Guyot<sup>8)</sup>, den alten E. H. Weberschen Versuch<sup>9)</sup>, der beweist, daß nach starker Abkühlung oder Erwärmung die Zunge zunächst unempfindlich für Geschmackseindrücke ist. Nach Behandlung mit Eis oder Wasser von 50 bis 51° ist für etwa 10 Sekunden die Zunge selbst für starke Geschmacksreize unempfindlich. Nur der saure Geschmack wird durch Wärme gar nicht, durch Kälte fast gar nicht beeinträchtigt. Kochsalz schmeckt bei dieser künstlich erzeugten Geschmacksstörung zuerst sauer, erst allmählich kommt der spezifische Geschmack zum Vorschein.

---

<sup>1)</sup> Chem. News, 1887. — <sup>2)</sup> Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. 21 (1899). — <sup>3)</sup> Zeitschr. f. physik. Chem. 27 (1898). — <sup>4)</sup> Bull. of the Univ. of Wisconsin, 1898. — <sup>5)</sup> Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. 2 (1891). — <sup>6)</sup> Anz. f. d. ges. Physiol. 2 u. Zeitschr. f. Biol. 6 (1870). — <sup>7)</sup> Philosoph. Studien v. W. Wundt 12 (1896). — <sup>8)</sup> Compt. rend. 42 (1856). — <sup>9)</sup> J. Müllers Arch. f. Anat., Physiol. u. wissensch. Med. 1849.

Eine Trennung der generellen Schwelle (s. o. §, 19) von der spezifischen Schwelle, bei welcher erst die Qualität des Geschmacks erkannt wird, ist entschieden zu konstatieren, wenn auch die beiden Schwellen in der Regel nicht weit auseinanderliegen; immerhin ist die Erscheinung wesentlich deutlicher als beim Geruchssinn, wo sie nur eben angedeutet ist.

Mit steigender Reizintensität ändern sich alle Geschmacksarten, was zum Teil darauf beruhen wird, daß sich die Reizwirkung auf Tast- und Temperatursinn allmählich einstellt, die nahe der spezifischen Geschmacksschwelle noch fehlt.

Genügende Grundlagen für die Aufstellung einer Norm der Geschmacksschärfe und für gustometrische Untersuchungen an Kranken scheinen mir in den bisher veröffentlichten Versuchen nicht gegeben zu sein. Die Beobachtungen an pathologischen Fällen können daher bis jetzt nur eine geringe Genauigkeit erreichen. Größere Untersuchungsreihen an zahlreichen gesunden Personen wären zur Ausbildung einer gustometrischen Methodik sehr zu wünschen. Toulouse und Vaschide<sup>1)</sup> haben eine Boîte gustométrique, d. h. eine Kollektion von Schmeckstoffen, angegeben, mit der aber noch nichts für unsere Zwecke Brauchbares erreicht worden ist.

Zwaardemaker<sup>2)</sup> hat versucht, genau dosierte Geschmacksreize bequem zu applizieren, indem er Keile von Holundermark oder später von Gelatine (durch Formalindämpfe unlöslich gemacht) mit Schmeckstoffen tränkte und mit Doppelmesser verschieden große Scheiben ausschnitt, die im Munde dann ihren Schmeckstoff abgeben sollten; doch eignet sich die Methode nicht für lokalisierte Reizung.

Neuerdings hat man die „Schmeckkraft“ verschiedener Substanzen von ähnlicher oder gleicher Geschmacksqualität verglichen, indem man von ihnen äquimolekulare Lösungen herstellte und deren Geschmacksintensität verglich.

Richet und Gley<sup>3)</sup> haben für die Halogenverbindungen der Metalle Lithium, Kalium, Natrium, Rubidium die Schmeckbarkeitsschwellen unter gleichen Bedingungen festgestellt und gefunden, daß die Reizwirkung dieser Salze auf den Geschmack ungefähr dem Molekulargewicht proportional ist; gleiche Gewichtsmengen wirken sehr verschieden. Ähnliche Versuche hat, anschließend an Beobachtungen über die chemische Reizung der sensiblen und motorischen Nerven, Grützner<sup>4)</sup> angestellt, der zunächst äquiprozentuale Lösungen der Haloidsalze verglich und hierbei das NaCl sehr viel wirksamer fand als NaBr und NaJ mit der kleineren Zahl von Molekeln. Äquimolekulare Lösungen von nahe verwandten Stoffen aber schmecken nahezu gleichartig, wenn auch nicht gleich. Bei stärkeren Verdünnungen bleibt das NaCl stets im Übergewicht. Chlorkalium, Chlorrubidium und Chlorcäsium zeigen keinen erheblichen Unterschied. Äquimolekulare Lösungen von Mineralsäuren wirken deutlich verschieden, am sauersten ist die Schwefelsäure, dann folgen Salz- und Salpetersäure, zuletzt die Phosphorsäure. Mit Säuren hatte übrigens Corin<sup>5)</sup> schon in ähnlicher Weise

<sup>1)</sup> Compt. rend. 130 (1901). Vgl. auch Marchand, Le goût. — <sup>2)</sup> Ned. Otolaryng. Verein 1897. — <sup>3)</sup> Compt. rend. Soc. de biol. 1885, p. 742. — <sup>4)</sup> Arch. f. d. ges. Physiol. 53 (1892) und 58 (1894). — <sup>5)</sup> Arch. d. biolog. 8 (1888).

experimentiert und dabei gefunden, daß bei dem gleichen Gehalt an Normal-säure (äquimolekulare Lösungen) die Säuren mit niedrigem Molekulargewicht am sauersten schmeckten.

Seitdem man angefangen hat, die Dissoziation der Molekeln in den Lösungen zu berücksichtigen, sind auch verschiedene saporimetrische Untersuchungen unter diesem Gesichtspunkte angestellt worden (Richards<sup>1)</sup>, Kahlenberg<sup>2)</sup>, Höber und Kiesow<sup>3)</sup>, Kastle<sup>4)</sup>. Bei den Säuren sollen die H-Ionen, bei den Alkalien die Hydroxylionen für den Geschmack verantwortlich sein. Bei den Haloiden soll nach Höber und Kiesow die Konzentration der Anionen für die Schmeckbarkeitsgrenze maßgebend sein, ebenso bei Alkalilösungen. Die Geschmacksgrenze liegt für die Kalium-, Natrium- und Magnesiumsalze bei 0,020 bis 0,025 g-Ion pro Kilogramm Lösung. Für die Beryllsalze fanden die genannten Autoren dagegen die Konzentration der Kationen entscheidend für das Auftreten des süßen Geschmacks.

## VI. Anomalien des Geschmackssinnes. Toxische Einflüsse.

Angeborenes Fehlen des Geschmackssinnes ist meines Wissens nicht beobachtet; auch kenne ich keine sicheren Fälle von angeborenen partiellen Defekten des Geschmackssinnes, bei denen das System der Geschmacksempfindungen vereinfacht sein müßte. Unscharfe Trennung der Begriffe „salzig“ und „sauer“ ist nicht selten, scheint aber mehr auf einem Sprachgebrauch zu beruhen als auf Sinnesstörung. Eine gewisse, eben angedeutete Ähnlichkeit zwischen den Empfindungen sauer und salzig bemerke übrigens auch ich.

Pathologisch kommt Fehlen des Geschmackssinnes (Ageusie) häufig vor, auf Grund peripherer oder zentraler Erkrankungen, je nach deren Sitz einseitig oder doppelseitig, im ganzen Munde oder nur in einem Teil der sonst Geschmacksorgane tragenden Schleimhäute. Die Lähmung kann das Empfindungsvermögen für die verschiedenen Qualitäten in ungleichem Maße betreffen.

Parageusie, Geschmacksempfindungen, die der Qualität des applizierten Reizes nicht entsprechen, treten besonders häufig bei zentralen Erkrankungen auf, als Einleitung zum Eintritt einer mehr oder weniger vollständigen Geschmacks-lähmung. In einem mir bekannten Falle ging der (einseitigen) Geschmacks-lähmung ein Zustand voraus, in dem auf der kranken Seite alles salzig schmeckte.

Das Vorkommen wirklicher Geschmackshalluzinationen bei Geistesgesunden scheint nicht nachweisbar zu sein. Bei Hysterischen ist partielle oder totale Aufhebung des Geschmacks sehr häufig<sup>5)</sup>.

Experimentell läßt sich das System der Geschmacksempfindungen durch verschiedene toxische Einflüsse reduzieren, so vor allem durch die Gymnema-säure, einen Stoff, der in den Blättern der indischen Asclepiadee *Gymnema silvestre* enthalten ist. Kaut man diese Blätter, so wird, wie Edgeworth

<sup>1)</sup> Americ. chem. Journ. 20 (1898) und Journ. Phys. Chem. 4 (1900) nach Sternberg zit. — <sup>2)</sup> Bull. Univers. Wisconsin 2 (1898). — <sup>3)</sup> Zeitschr. f. physik. Chem. 27 (1898). — <sup>4)</sup> Americ. chem. Journ. 20 (1898). — <sup>5)</sup> Vgl. Binswanger, Die Hysterie. Wien 1903.

fand und Hooper<sup>1)</sup> zuerst genauer feststellte, der süße und der bittere Geschmack völlig aufgehoben. Shore<sup>2)</sup> erzeugte die gleiche Wirkung durch Bepinselung der Zunge mit 2proz. Lösung von Natrium gymnemicum. Die Wirkung dauert stundenlang; Zucker und Chinin erscheinen völlig geschmacklos, saure und salzige Geschmäcke werden unverändert wahrgenommen.

Cocain<sup>3)</sup> und Eucain B<sup>4)</sup> heben zwar bei intensiver Einwirkung den Geschmack in allen Qualitäten gänzlich auf (v. Anrep<sup>5)</sup>), bei schwächerer Einwirkung zeigen indessen auch sie eine elektive Wirkung, indem sie den bitteren Geschmack zuerst und am stärksten beeinträchtigen.

Nach Lewin<sup>6)</sup> enthalten die Blätter von *Eriodictyon glutinosum* in der Eriodictyonsäure ebenfalls einen Stoff, der die Bitterempfindung aufhebt.

## VII. Die Qualitäten der Geschmacksempfindung.

Von Geschmacksqualitäten lassen sich vier mit Sicherheit unterscheiden: süß, sauer, bitter und salzig. Das Ölige, Aromatische, Brennende, Zusammenziehende und ähnliche Empfindungsqualitäten gehören anderen Sinnen zu, teils dem Geruchssinn, teils dem Tast- und dem Temperatursinn. Unentschieden ist es zurzeit noch, ob das Laugenhafte (Alkalische) und das Metallische besondere Geschmacksqualitäten darstellen. Beide sind allerdings von den oben genannten Qualitäten leicht zu unterscheiden und beruhen sicher wenigstens teilweise auf Reizung des Geschmackssinnes. Unsicher bleibt aber zunächst, ob das Metallische und Laugige nicht Mischempfindungen sind. Die Beobachtung Kiesows<sup>7)</sup>, daß Mischungen von Süß und Salzig in geringer Intensität die Empfindung des „Faden“ geben, ähnlich einer stark verdünnten Lauge, beweist weder etwas für noch gegen die Existenz des Laugenhaften als einer besonderen Geschmacksqualität.

Die bis jetzt ermittelten Tatsachen scheinen mir ein sicheres Urteil über die Frage, ob außer den bekannten vier Geschmacksqualitäten noch weitere anzunehmen sind, nicht zu ermöglichen. Unzweifelhaft sind in den Empfindungen des Metallischen und des Laugenhaften einzelne der sicher festgestellten Qualitäten enthalten, im Metallischen das Saure und Süße, im Laugenhaften das Bittere und vielleicht ebenfalls das Süße; in beiden Fällen mischen sich Sensationen bei, die dem eigentlichen Geschmackssinn nicht zugehören, z. B. dem metallischen Geschmack das Zusammenziehende, dem Laugenhaften das Brennende oder das Schlüpfrige, oder beides zusammen. Manche Alkalien, wie reine, stark verdünnte Kalilauge, erzeugen auf der unbewegten Zunge wenigstens vorübergehend einen rein bitteren Geschmack. Zu beachten ist, daß sowohl Alkalien wie metallische Substanzen auch charakteristische Geruchsempfindungen auslösen, allerdings, wie ich glaube, nicht die reinen Alkalien und Schwermetallsalze. Sicherlich gibt es einen „metallischen Geruch“, der allerdings keine einheitliche Qualität darstellt, sondern z. B. für Kupfer- und Eisenverbindungen deutlich verschieden ist. Inwieweit solche Geruchseindrücke und die gleichfalls recht wechselnden Tastempfindungen für die Eigenartigkeit der Empfindungen des Metallischen und Laugenhaften bestimmend sind, muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

<sup>1)</sup> Nature 35, 565, 1887. — <sup>2)</sup> Journ. of Physiol. 13 (1892). — <sup>3)</sup> Knapp, Arch. f. Augenheilk. 15 (1885) und Deutsche med. Wochenschr. 1886, ferner Adducco und Mosso, Giorn. R. Accad. med. 1886. — <sup>4)</sup> Fontana, Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. 28 (1902). — <sup>5)</sup> Arch. f. d. ges. Physiol. 21 (1880). — <sup>6)</sup> Berliner klin. Wochenschr. 1894, Nr. 28. — <sup>7)</sup> Philosoph. Studien von W. Wundt.

Die älteren Forscher rechneten das Ekelhafte meistens als besondere Geschmacksqualität. Dieser Begriff ist allerdings recht unbestimmt; meistens wird jetzt das Wort ekelhaft in einem übertragenen Sinne verwandt, in welchem es zum Geschmack entschieden keine Beziehung mehr hat. Richtig ist, daß mechanische und auch starke elektrische Reizung des Zungengrundes eine eigentümliche Wirkung hat. Neben der Neigung zu Würgebewegungen treten ungewöhnliche, unangenehme Empfindungen auf. Ich glaube, man sollte eher von einem Ekelgefühl als von einer Ekelempfindung reden.

Die Teilung der Geschmacksarten in „reine“ und solche, denen Empfindungen aus dem Gebiete anderer Sinne beigelegt sind, entbehrt jeder Bedeutung, ebenso wie die entsprechende Einteilung der Gerüche. Keinerlei Geschmacksart hat stets etwas Scharfes oder Brennendes an sich; darum erscheint es nicht hinreichend motiviert, wenn manche Autoren (Zenneck, Valentin, Duval u. a.) das Salzige oder das Saure oder alle beide Geschmacksarten als nicht zum eigentlichen Geschmackssinn gehörig rechnen wollten. Ebenso unrichtig ist es z. B., wenn man den Eindruck, den das Ammoniak macht, nicht als Geruch gelten lassen will. Süßer Geschmack ist sehr häufig von verschiedenartigen Nebenempfindungen begleitet (brennende, scharfe, schlüpfrige). Es macht sich bei dieser Frage die oben (S. 631) hervorgehobene Tatsache sehr bemerklich, daß wir keineswegs durch die „spezifischen Energien“ der Geschmacksnerven einerseits, der Tastnerven andererseits in den Stand gesetzt werden, echte Geschmacksempfindungen und deren verschiedenartige Begleitempfindungen aus dem Gebiet des Tast- (und Temperatur-)sinnes und des Schmerzes reinlich zu trennen. Nach der Empfindungsqualität gehen die Geschmacksempfindungen und die sonstigen auf der Zunge auslösbaren Empfindungen ohne scharf erkennbare Grenze ineinander über, und nur das besonders angeordnete physiologische Experiment vermag eine Sonderung dieser Sinne einigermaßen überzeugend aufzudecken und damit dem Gesetz der spezifischen Energien auch für die hier in Betracht kommenden sog. niederen Sinne wenigstens eine relative Geltung zu verschaffen.

Von Interesse ist, daß, wie oben schon erwähnt, die Begriffe sauer und salzig nicht von allen Menschen scharf auseinandergehalten werden. In manchen Gegenden Deutschlands nennt die Landbevölkerung das Salz sauer. Auch Kinder verwechseln oft sauer und salzig. Man beachte, daß das Eigenschaftswort salzig anders gebildet ist wie süß, sauer und bitter, ähnlich wie die vom Ungebildeten und vom Kind nicht besonders benannten Farbtöne Orange und Violett andersartige Namen haben als die „Prinzipalfarben“ Rot, Gelb, Grün, Blau.

Ältere Autoren rechneten verschiedene Mischempfindungen von Geruch und Geschmack oder auch reine Gerüche zu den Geschmacks-Arten und sprachen von aromatischem, fauligem Geschmack usw. Den Versuch, durch den man die Geruchsponente leicht ausschließt — Zuhalten der Nase beim Schmecken — gab Chevreul 1824 an<sup>1)</sup>.

Als „faden“ Geschmack bezeichnete Henle<sup>2)</sup> den Eindruck, den Lösungen bewirken, die ärmer an Salz sind als der Speichel. Ohrwall (l. c.) meint, den Eindruck des „Faden“ habe man, wo man Geschmack erwartet und keinen findet. So schmecke destilliertes Wasser fade wegen des Mangels

<sup>1)</sup> Journ. de physiol. expérim. 4, Paris 1824. — <sup>2)</sup> Anthropolog. Vorträge 2, 18, 1880.

an CO<sub>2</sub>. Der Vergleich Öhrwalls mit der Schwarzempfindung, die ebenfalls wegen des Fehlens einer erwarteten Empfindung unangenehm sein soll, ist gewiß kein glücklicher.

### VIII. Die spezifische Disposition der einzelnen Geschmackspapillen. Die spezifische Energie der Geschmacksnerven.

Oben wurde schon erwähnt, daß die Zone des Zungenrückens, die zum Schmecken nicht befähigt ist, verschieden groß gefunden wird, je nach der Art des Schmeckstoffs, mit der man reizt. Weiter geht aus Untersuchungen, die zuerst von Horn<sup>1)</sup> und von Picht<sup>2)</sup> systematisch angestellt wurden, hervor, daß die Empfindlichkeit für Bitterstoffe am größten am Zungengrunde, für andere Stoffe größer an der Zungenspitze und den Rändern ist, ferner daß ein und derselbe Stoff an verschiedenen Zungenstellen verschieden schmecken kann, z. B. an der Spitze süß, am Grunde bitter. Diese letztere Erfahrung ist durch neuere Erfahrungen (vgl. z. B. Sternberg, Arch. f. Physiol. 1898 und 1903) so erweitert worden, daß man fast sagen kann, alle Substanzen erzeugen je nach der Applikationsstelle verschiedenen Geschmack.

Öhrwall<sup>3)</sup> hat die interessante, von Goldscheider und Schmidt<sup>4)</sup>, sowie von Kiesow<sup>5)</sup> bestätigte Beobachtung gemacht, daß die einzelnen Zungenpapillen sich verschieden gegen die verschiedenen Geschmacksarten verhalten. Von 125 Papillen besaßen 27 überhaupt kein Schmeckvermögen; von den übrigen 98 reagierten 91 auf Weinsäure, 79 auf Zucker, 71 auf Chinin. 12 reagierten nur auf Weinsäure, 3 nur auf Zucker, keine nur auf Chinin. Ganz ähnlich fand Kiesow die Verhältnisse. Wenn man auf Grund dieser Befunde nun auch bestimmt sagen kann, daß nicht jede Papille für je eine Geschmacksreizart spezifisch disponiert ist, so geht doch daraus hervor, daß die Papillen in funktioneller Hinsicht große Verschiedenheiten zeigen. Es ist keine unwahrscheinliche Annahme (die Öhrwall aus diesen Versuchen herleitet), daß die einzelnen Geschmacksknospen spezifisch verschiedene Empfänglichkeit für die Geschmacksreize haben, so daß beispielsweise einzelne Knospen nur auf Reizung mit Zucker, andere nur auf Chinin ansprechen usw. Um die Öhrwall'schen Befunde zu erklären, muß dann die Hilfsannahme gemacht werden, daß eine Papille bald süßempfindliche und sauerempfindliche, bald sauer- und bitterempfindliche Knospen enthalte usf., und daß es gewissermaßen zufällig nur dahin kommt, daß einmal die Knospen in einer Papille alle von einer spezifischen Disposition sind.

Wie ich schon oben (3, 10 ff.) auseinandergesetzt habe, folgt aus dieser an und für sich plausiblen Hypothese nicht, daß den viererlei spezifisch verschieden disponierten Geschmacksknospenarten nun auch viererlei Geschmacksfaserarten mit verschiedener spezifischer Energie entsprechen (wie man in mißverständlicher Durchführung des Gesetzes der spezifischen Energien annehmen zu sollen geglaubt hat), sondern im Hinblick auf die Verhältnisse bei anderen Sinnen, namentlich dem Gesichtssinn, erscheint es richtiger, anzunehmen, daß die Geschmacksnervenfasern je

<sup>1)</sup> Über den Geschmackssinn des Menschen. Heidelberg 1825. — <sup>2)</sup> De gustus et olfactus nexu etc. Berlin 1829. — <sup>3)</sup> Skandinav. Arch. f. Physiol. 2 (1891). — <sup>4)</sup> Zentralbl. f. Physiol. 4. — <sup>5)</sup> Philosoph. Studien von W. Wundt 14 (1898).

nach der Art ihrer peripheren Erregung Süß- oder Bitterempfindung usw. auslösen. Daß eine Lingualfaser Geschmacksempfindung im allgemeinen vermittelt, rührte nach dieser Auffassung davon her, daß ihre zentrale Endigung in dem Geschmackszentrum liegt; welche von den verschiedenen Geschmacksqualitäten sie dagegen vermittelt, hinge davon ab, welche spezifische Disposition die Geschmacksknospe hat, die das periphere Endorgan jener Faser darstellt. Man kann fragen, was für eine Bedeutung bei einer solchen Annahme die verschiedene spezifische Disposition der Endorgane noch haben sollte. Ich denke mir, neben den Eigenschaften, die ein Endorgan (hier wäre an die Schmeckzellen zu denken) haben muß, damit es auf die Einwirkung bitterer Stoffe sicher anspricht, werden nicht leicht auch die für die Wirkung saurer und süßer Stoffe günstigen Eigenschaften in gleicher Vollkommenheit entwickelt sein können<sup>1)</sup>. Die Arbeitsteilung unter den Endorganen (Sinnessubstanzen) wird also immerhin begrifflich, auch wenn der Sinnesnerv, wie ich es annehme, mancherlei verschiedene Erregungsformen leiten kann.

Es ist hier noch daran zu erinnern, daß in den Tatsachen der elektrischen Geschmacksreizung kein Beweis für die Annahme von vierlei mit verschiedenen spezifischen Energien begabten Geschmacksfaserarten zu finden ist, sondern diese Tatsachen mit der hier vertretenen Anschauung besser im Einklang stehen.

## IX. Umstimmungs- und Kontrasterscheinungen.

In gewissem Sinne können schon die Wirkungen des Cocains auf das Geschmacksorgan als Umstimmungserscheinungen aufgefaßt werden; das bitter schmeckende Alkaloid hebt die Fähigkeit, Bitteres zu schmecken, für einige Zeit auf. Andere Bitterstoffe haben diese Wirkung aber lange nicht in diesem Maße, darum muß in der Cocainwirkung eine spezifische Lähmung der Nervenendorgane gesehen werden, die mit dem bitteren Geschmack des Stoffes an sich vielleicht nichts zu tun hat.

Man kennt indessen auch echte Umstimmungserscheinungen. Eine der ausgeprägtesten beobachtet man nach Ausspülung des Mundes mit Kaliumchlorat, das selbst nur einen schwachen Geschmack von komplizierter Beschaffenheit besitzt, aber das Geschmacksorgan so umstimmt, daß danach genommenes reines Wasser süß schmeckt (Nagel<sup>2)</sup>. Frenzel<sup>3)</sup> fand, daß Ausspülen des Mundes mit Kupfersulfat den Zigarrenrauch süß schmeckend macht. Das gleiche fand ich bei Ausspülung mit Kaliumpermanganat.

Sehr interessant ist eine Beobachtung, die Zuntz<sup>4)</sup> mitteilt. Kochsalzlösung von 0,1 Proz. kann nicht mehr sicher von reinem Wasser unterschieden werden, macht aber den süßen Geschmack des Zuckers (in 12 proz. Lösung) deutlich intensiver. Auch Chinin in einer eben überschwelligigen Konzentration wirkt so. Ähnliche Wirkungen beobachtete Heymans<sup>5)</sup>.

Kontrasterscheinungen im Gebiete des Geschmackssinns sind mehrfach beschrieben worden. Zum Teil würden die betreffenden Beobachtungen aber besser unter der Bezeichnung „Umstimmungserscheinungen“ registriert. Die Beobachtung von Adducco und Mosso<sup>6)</sup> z. B., daß die

---

<sup>1)</sup> Ich nehme dabei an, daß keine Notwendigkeit für die Voraussetzung einer ganz exklusiven Disposition der Knospen für eine Reizart besteht, sondern vielleicht alle Knospen auf alle Geschmacksreize, aber in sehr ungleichem Maße, reagieren. Dies wäre mit Öhrwalls Ergebnissen nicht unvereinbar. — <sup>2)</sup> Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. 10 (1896). — <sup>3)</sup> Zentralbl. f. Physiol. 10 (1897). — <sup>4)</sup> Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1892. — <sup>5)</sup> Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. 21 (1899). — <sup>6)</sup> Giorn. R. Accad. med. 1886.

Zunge nach Eintauchen in verdünnte Schwefelsäure Wasser als süß schmeckend empfindet, reiht sich wohl eher der oben beschriebenen Wirkung des Kali chloricum an; die genannten Autoren geben selbst an, daß andere Säuren nicht dieselbe Wirkung haben. Nicht leicht zu beurteilen ist die allbekannte Erfahrung, daß säuerliche Getränke viel saurer als gewöhnlich schmecken, wenn zuvor Süßes genossen wurde, was schon J. Müller<sup>1)</sup> als Beispiel eines Geschmackskontrastes anführt. Öhrwall<sup>2)</sup> denkt hierbei wohl nicht mit Unrecht mehr an eine Umstimmung des Gefühlstones, d. h. er nimmt an, daß nach dem Süßen das Saure unangenehmer empfunden wird als ohne diese vorherige Einwirkung. Im Experiment mit successiver Einwirkung von starker Zuckerlösung und verschiedenen schwachen Lösungen von Schwefelsäure konnte Öhrwall nicht nur kein Sinken der Schwelle für Sauer feststellen, sondern sogar eine merkliche Erhöhung. Dies stimmt auch mit meinen Erfahrungen überein.

## X. Mischungs- und Kompensationserscheinungen.

Wie beim Geruchssinn wird den Mischungs- und Kompensationserscheinungen auch beim Geschmackssinn eine gewisse theoretische Bedeutung zugeschrieben, weil die Hypothesen über die Komponentengliederung der Sinne mehrfach gerade durch Erfahrungen über Effekte mehrerer gleichzeitiger Reizwirkungen bestimmt worden sind. Dies prägt sich z. B. auch darin aus, daß Öhrwall<sup>3)</sup>, der am entschiedensten für die Zerlegung des Geschmackssinns in vier, durch spezifische Energien geschiedene „Sinne“ eintritt, das Zustandekommen von Kompensationen zwischen verschiedenen Geschmacksarten bestreitet. Für die Möglichkeit einer Kompensation von Geschmackseindrücken ist schon Brücke<sup>4)</sup> eingetreten, den tatsächlichen Nachweis der gegenseitigen Abschwächung von Geschmacksreizen bis fast zum Erlöschen einer Empfindung hat Kiesow<sup>5)</sup> geliefert. Mischungen von Zucker und Kochsalz in schwachen Lösungen ergaben ihm bei einem bestimmten Mischungsverhältnis sehr schwachen, laugig faden Geschmack, der weder an süß noch an salzig erinnerte. Es tritt also eine neue Mischempfindung auf, unter Abschwächung der gesamten Empfindungsintensität. Die Verhältnisse liegen hier also ähnlich wie beim Geruchssinn.

Stärkere Geschmacksreize geben gemischt einen „Wettstreit“ der Geschmackseindrücke.

Die Richtigkeit der Kiesow'schen Beobachtungen steht für mich fest, und jede Theorie des Geschmackssinns wird sich mit ihnen abfinden müssen. Freilich ist damit keineswegs bewiesen, daß jedes beliebige Paar von Geschmacksreizen sich zu einer einheitlichen Mischempfindung vereinigen könnte. Für höhere Reizintensitäten ist dies sogar recht unwahrscheinlich. Sichere Resultate in dieser Richtung sind schwer zu gewinnen, weil sie nur bei streng lokalisierter Reizung gewonnen werden können; nimmt man einige Gramm einer Flüssigkeit in den Mund, die süße und bittere Substanzen enthält, so

<sup>1)</sup> Handb. d. Physiologie d. Menschen 2, 493, 1840. — <sup>2)</sup> l. c. — <sup>3)</sup> l. c. —

<sup>4)</sup> Vorlesungen über Physiologie 2, 265, 1885. — <sup>5)</sup> Philosoph. Studien, herausgeg. von W. Wundt, 12 (1896).

erzeugt dieses Gemenge an verschiedenen Zungenpartien verschiedenen Geschmack, und außerdem fallen die beiden Geschmackseindrücke zeitlich auseinander (s. unten S. 644). Dadurch werden die Bedingungen für das Auftreten eines einheitlichen Mischgeschmacks ungünstig, ungünstiger noch als beim Geruchssinn, bei welchem das wichtigste Hindernis für das Entstehen einheitlicher Mischempfindung durch die ungleiche Geschwindigkeit der Ermüdung für verschiedene Geruchsqualitäten gegeben ist, ein Moment, das beim Geschmack entschieden zurücktritt. Eine eigentliche Ermüdung des Geschmackssinnes ist überhaupt nicht nachgewiesen.

Eine für die Praxis der Pharmakologie wichtige und theoretisch interessante Tatsache ist die Einwirkung starker Geruchs- und sog. Gefühlsreize auf Geschmacksempfindungen. Wie gewisse unangenehme Geruchsempfindungen durch intensive Geschmacksreize zurückgedrängt werden können, so auch umgekehrt: Das Prinzip der sog. Geschmackskorrekturen in der Pharmazentik beruht zum großen Teil auf der Unterdrückung eines unangenehmen bitteren oder sauren Geschmacks durch stark riechende Zusätze (Orangenschalenessenz, Zimt, Pfefferminz usw.). Es handelt sich hierbei, zum Teil wenigstens, um Kompensation des „Unangenehmen“ in dem Gesamteindruck, doch kann man sich der Tatsache nicht verschließen, daß starke Reize auf dem Gebiet der Nachbarsinne gewisse Geschmacksreize unmerkbar machen, die ohne jene Einwirkung stark überschwellig wären. Zu prüfen wäre noch, inwieweit Übung hieran etwas ändert.

## XI. Die zeitlichen Verhältnisse der Geschmacksempfindung.

Die Zeit, welche zwischen der Einwirkung eines Geschmacksreizes und der Erkennung der Qualität verfließt, ist an verschiedenen Zungenstellen verschieden; sie ist am kürzesten für den salzigen Geschmack, dann folgen: süß, sauer, bitter (v. Wittich<sup>1)</sup>, v. Vintschgau und Hönigschmied<sup>2)</sup>). Bei letztgenanntem Autor liegen die Reaktionszeiten zwischen 0,16 und 0,21 Sek.

Während der Einwirkung des Reizes kann sich die Qualität der Empfindung ändern. Was als „Nachgeschmack“ bezeichnet zu werden pflegt, beruht wohl zum größten Teil auf dem Zurückbleiben schmeckbarer Stoffe auf der Zunge und in den Spalten der umwallten Papillen. Für Überdauern der Empfindung über den Reiz liegt kein Beweis vor.

	Zungenspitze	
	Minimum	Maximum
Salzig . . . . .	0,25 sec.	0,72
Süß . . . . .	0,30	0,85
Sauer . . . . .	0,64	0,70
Bitter . . . . .	2	7

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. rat. Mediz. (3), 31. — <sup>2)</sup> Arch. f. ges. Physiol. 10, 12 u. 14.

Weitere Bestimmungen der Reaktionszeit wurden neuerdings von Beaunis<sup>1)</sup> und von Henry<sup>2)</sup> gemacht und haben zu ganz ähnlichen Resultaten geführt. Beaunis erhielt vorstehende Zahlen (s. Tabelle a. v. S.).

Die Reihenfolge ist hier dieselbe wie bei v. Vintschgau und Hönigschmied, dagegen die Zahl für die Reaktionszeit des bitteren Geschmacks auffallend hoch. Die neuesten Bestimmungen von Kiesow<sup>3)</sup> stimmen mit den Zahlen von Beaunis besser wie mit den auch nach meinen Erfahrungen zu niedrigen Zahlen Hönigschmieds. Henry hat, wie v. Wittich, die saure elektrische Geschmacksempfindung für diese Versuche verwendet und bei verschiedenen Personen Werte zwischen 1 und 5 Sekunden gefunden, die für die einzelne Person ziemlich konstant waren.

## XII. Die Unterschiedsempfindlichkeit.

Über die Unterschiedsschwelle der Geschmackseindrücke ist wenig bekannt. Die lange Nachdauer des Geschmacks erschwert hierauf bezügliche Versuche ebenso wie solche über die Ermüdung des Geschmacks ungemein. Camerer<sup>4)</sup> fand das Webersche Gesetz in einiger Annäherung gültig (Versuche mit Chlornatrium und Chinin), ebenso Corin<sup>5)</sup>, wenigstens in der Nähe der (einfachen) Reizschwelle. Kepler<sup>6)</sup> sah bei Sauer und Süß die Unterschiedsempfindlichkeit mit wachsender Konzentration der Lösungen abnehmen, bei Salzig und Bitter aber im Gegenteil zunehmen, was natürlich nur in engeren Grenzen zutreffen kann.

## XIII. Gefühlsbetonung der Geschmacksempfindungen.

Beim kleinen Kinde ist ein deutlicher Unterschied der verschiedenen Geschmacksarten zu bemerken: Das Süße wird im allgemeinen selbst bei hoher Intensität als angenehm empfunden, die übrigen Geschmacksarten bei hoher Intensität stets als unangenehm, während sie bei niedriger Intensität höchstens als indifferent gelten können. Schon ganz kleine Kinder bringen zuweilen durch den Gesichtsausdruck und andere Reaktionen diesen Unterschied deutlich zum Ausdruck. Der süße Geschmack löst hier, ähnlich wie bei vielen Tieren, die Neigung zu Saugbewegungen aus. Bitterer, saurer oder salziger Geschmack dagegen hemmt das Saugen. Später ändert sich das bald.

Beim Erwachsenen sind diese Unterschiede mehr oder weniger verwischt, an Stelle der einseitigen Bevorzugung des Süßen tritt je nach den Umständen die Neigung auf, Saures, Bitteres oder Salziges zu genießen oder mehr oder weniger zusammengesetzte Geschmacksreize zur Anwendung zu bringen. Immerhin bleibt in der Sprache „süß“ ein Ausdruck für etwas Angenehmes, Lusterregendes, während bitter und sauer etwas Unerfreuliches

---

<sup>1)</sup> Recherches expér. sur les conditions de l'activité cérébrale etc. Paris 1884 (zitiert auch Marchand). — <sup>2)</sup> Compt. rend. Soc. de biol. 1894, p. 682. — <sup>3)</sup> Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. 33, 453, 1903. — <sup>4)</sup> Arch. f. d. ges. Physiol. 2, 322 u. Zeitschr. f. Biolog. 21, 570. — <sup>5)</sup> Arch. de biol. Gand 8, 121, 1888. — <sup>6)</sup> Arch. f. d. ges. Physiol. 2, 449.

bezeichnen, mit etwas verschiedener Schattierung. Eine entsprechend übertragene Verwendung des Wortes „salzig“ in der Sprache fehlt.

Mit dem „Faden“ bezeichnen wir stets etwas Unangenehmes, das zugleich nur in geringer Intensität empfunden wird.

Die erwähnten Veränderungen des Gesichtsausdruckes bei Einwirkung von Geschmächen können als eine Art Reflex aufgefaßt werden. Sternberg<sup>1)</sup> sah sie bei einem *Anencephalus*. Ob es noch andere Geschmacksreflexe gibt, namentlich solche, die im Munde lokalisiert sind, ist schwer zu sagen. In Betracht kommen kann die Salivation beim Genuß gewisser scharfer Speisen, doch ist es zum mindesten zweifelhaft, ob hierbei die eigentlichen Geschmacksnerven in Funktion treten, da es sich zumeist um Stoffe handelt, die scharf brennend wirken.

---

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. 27, 77, 1902.