

## Ueber einige Beziehungen zwischen den Geschmacksqualitäten und dem physikalisch-chemischen Verhalten der Schmeckstoffe.

Alle schmeckenden Substanzen sind in Wasser löslich. Das ist ein Satz, dessen Richtigkeit sowohl empirisch leicht festzustellen ist als auch ohne weitere Prüfung aus der Beobachtung abgeleitet werden kann, dass die Geschmackssinnesorgane in der Mundhöhle, die Geschmacksbecher, von dem im Wesentlichen aus Wasser bestehenden Speichel überdeckt sind, sodass die Schmeckstoffe nur durch dessen Vermittelung mit den schwer zugänglichen Sinneszellen in Berührung kommen können. Handelt es sich also um die Aufdeckung der Beziehungen zwischen den physikalischen und chemischen Eigenschaften der Schmeckstoffe und den Geschmacksqualitäten, die infolge der Erregung der Geschmacksnerven wahrgenommen werden, so ist die erste Frage die: wie verhalten sich die Schmeckstoffe in wässriger Lösung? — Je nach der Art dieses Verhaltens unterscheidet man nun zwei Gruppen von chemischen Verbindungen; die einen lösen sich in der Art auf, dass sich ihre Moleküle, ohne eine Aenderung durch das Lösungsmittel zu erfahren, gleichmäßig im Wasser verteilen; die anderen werden in eigentümlicher Weise zersetzt, indem die Moleküle zum Teil oder sämtlich in elektrisch geladene Teilehen, die Ionen, zerfallen, deren Ladung positiv bei den Kationen, negativ bei den Anionen ist. Die Ladungskapazität braucht nicht immer die gleiche zu sein: einen Ausdruck für ihre Größe schafft uns der schon lange aufgestellte, bekannte Begriff der Valenz, da z. B. die zweiwertigen Ionen mit der doppelten Elektrizitätsmenge behaftet sind als die einwertigen. Diese Klasse von chemischen Verbindungen, zu denen die Säuren, die Laugen und die Salze gehören, vermag den elektrischen Strom zu leiten, wir nennen sie Elektrolyte: sie leiten den Strom um so besser, je vollständiger die Dissoziation in Ionen erfolgt ist: darum ist die Leitfähigkeit ein Maß für den Dissoziationsgrad, d. i. das Verhältnis der dissoziierten Moleküle zur Gesamtheit der Moleküle.

Hat nun die Lösung eines Nichtleiters, also einer Verbindung, deren Moleküle durch Wasser nicht dissoziiert werden, einen bestimmten eigentümlichen Geschmack, so können wir annehmen, dass die betreffende Qualität in irgendwelchem Zusammenhang mit dem Aufbau des Moleküles steht; es ist dann die nächste Aufgabe, herauszufinden, was für eine Eigentümlichkeit in diesem Aufbau gerade den besonderen Geschmack bedingt. Haben wir es aber mit der Lösung eines Elektrolyten zu thun, so ist zuvor noch die Frage zu erledigen, ob die Anionen, die Kationen oder die elektrisch neutralen Moleküle für den Geschmack verantwortlich zu machen sind. Nun ist es eine eigentümliche Erscheinung, dass Lösungen von Elektrolyten nicht eine einheitliche Geschmacksempfindung, sondern eine Mischempfindung verursachen, und dass die Komponenten dieser Mischung verschieden intensiv empfunden werden bei verschiedenen Konzentrationen der Lösung. Da aber die Dissoziation eines Elektrolyten abhängig ist von der Konzentration seiner Lösung, insofern als meist der Dissoziationsgrad klein in konzentrierten Lösungen, groß in verdünnten Lösungen ist, sodass in jenen die elektrisch neutralen Moleküle, in diesen die Ionen überwiegen, so legte gerade diese Beobachtung eines Mischgeschmackes bei Elektrolyten den Gedanken an einen Zusammenhang

zwischen den verschiedenen Geschmacksempfindungen und den verschiedenen Bestandteilen der Elektrolytlösung nahe und veranlasste Höber und Kiewow zu einer Untersuchung<sup>1)</sup>, ob sich ein besonderer Molekül- und ein besonderer Ionen-Geschmack feststellen ließe.

Das Prinzip für die Untersuchungsmethodik ergab sich von selbst. Es war notwendig, auszuprobieren, bei welcher Konzentration der Lösung jede der verschiedenen Geschmacksempfindungen gerade bemerkbar wird oder, anders ausgedrückt, für jede Geschmacksempfindung die Schwelle zu bestimmen, und danach für die betreffenden Lösungen den Dissoziationsgrad durch Messung der Leitfähigkeit zu ermitteln. Durch Vergleich der Werte von verschiedenen gleich schmeckenden Lösungen musste sich dann aus einer etwaigen Übereinstimmung von einigen der erhaltenen Werte ergeben, ob die Anionen, die Kationen oder die elektrisch neutralen Moleküle den den verschiedenen Lösungen gemeinsamen Geschmack verursachen. Nun ist es nur bei angespanntester Aufmerksamkeit möglich, eine Geschmacksschwelle genau zu fixieren; um darum die Untersuchungen nicht unnötig zu komplizieren, beschränkten wir uns darauf, aus den verschiedenen Empfindungen, die die Lösung eines Elektrolyten auslöst, eine auszuwählen, ihre Schwelle so genau wie möglich zu bestimmen und die Beziehungen zur Dissoziation zu untersuchen, zumal da es uns zunächst nur um den Nachweis zu thun war, ob die Ionen und die undissoziierten Moleküle verschieden schmecken.

Wir wählten den salzigen Geschmack von Salzen und den eigentümlich süßen Geschmack der Laugen. Erstens untersuchten wir mehrere Halogenalkalien, deren Moleküle in je ein Kation und ein Anion zerfallen, z. B.  $\text{NaCl}$  in  $\text{Na}^+$  und  $\text{Cl}^-$ . Wir fanden, dass sie alle bei der gleichen molekularen Konzentration von etwa 0,024 Gramm-Molekül auf 1 Liter anfangen salzig zu schmecken. Nun sind aber alle Halogenalkalien annähernd gleich stark dissoziiert, d. h. gleich konzentrierte Lösungen enthalten gleich viel Kationen, Anionen und neutrale Moleküle. Alle erhaltenen Werte der drei Arten von Teilchen in den Lösungen stimmten also unter einander überein: darum war es nicht möglich, zu entscheiden, von welchen dieser Teilchen der salzige Geschmack abhinge. Wir wandten uns deshalb zur Untersuchung von Salzen, die in ein doppelt geladenes Kation und zwei einfach geladene Anionen (z. B.  $\text{MgCl}_2 = \text{Mg}^{++} + 2 \text{Cl}^-$ ) oder in zwei einfach geladene Kationen und ein doppelt geladenes Anion (z. B.  $\text{Na}_2\text{SO}_4 = 2 \text{Na}^+ + \text{SO}_4^{=}$ ) zerfallen. Wir thaten das aus folgenden Gründen: Angenommen die Analyse der  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ -Lösung, die gerade eine Salzempfindung auslöst, ergäbe eine gewisse molekulare Konzentration  $c$  und einen Dissoziationsgrad  $\alpha = 0,80$ , so bedeutet das, dass aus 100 Molekülen 80  $\text{SO}_4^{=}$  und 160  $\text{K}^+$  entstanden und dass nur 20 Moleküle unverändert geblieben sind, dass also die entsprechenden Konzentrationen der Teilchen in den Werten  $\frac{80.c}{100}$ ,  $\frac{160.c}{100}$  und  $\frac{20.c}{100}$  ihren Ausdruck finden. Wenn nun bei den Halogenalkalien die Schwellenlösung ebenfalls die Konzentration  $c$  hätte und der Dissoziationsgrad wiederum  $\alpha = 0,80$  wäre, sodass sich also aus 100 Molekülen 80 Kationen und 80 Anionen bildeten und 20 Moleküle undissoziiert blieben, so könnten

1) Zeitschrift für physikalische Chemie, Bd. 27, S. 601, 1898.

wir den Schluss ziehen, dass entweder die elektrisch neutralen Moleküle oder die Anionen den Salzgeschmack verursachten, keinesfalls die Kationen, weil nur deren Konzentrationswerte in den beiden Salzlösungen verschieden sind. Nun dissoziieren aber die zweiwertigen Salze viel weniger stark als die einwertigen, und das giebt uns die Möglichkeit, eine ganz bestimmte Entscheidung zwischen den drei Sorten von Teilchen in der Lösung zu treffen. Nehmen wir an, die Schwellenlösung von  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  habe die Konzentration  $c_1 = 2c$  und der Dissoziationsgrad sei nur 0,40, so wäre die Konzentration für  $\text{SO}_4=$  gleich  $\frac{40 \cdot c_1}{100} = \frac{80 \cdot c}{100}$ , für  $\text{Na}+$  gleich  $\frac{60 \cdot c_1}{100} = \frac{120 \cdot c}{100}$ . Dies Mal ergäbe dann der Vergleich mit den entsprechenden Konzentrationen der Halogenalkalien, dass Uebereinstimmung nur bei den Werten der Anionen herrscht; wir dürften dann schließen, dass diese die salzige Geschmacksempfindung auslösen. Einige der von uns gefundenen Werte stehen in der folgenden Tabelle:

	Molekulare Konzentration	$\alpha$	Konzentr. der Anionen	Konzentr. der Kationen	Konzentr. der neutralen Moleküle
$\text{NaCl}$ . . . .	0,026	0,903	0,023	0,023	0,0025
$\text{Na}_2\text{SO}_4$ . . .	0,034	0,741	0,025	0,051	0,0090
$\text{MgCl}^2$ . . . .	0,0175	0,834	0,029	0,015	0,0030
$\text{NaBr}$ . . . .	0,022	0,897	0,020	0,020	0,0020

Es geht daraus hervor, dass die von uns untersuchten Anionen salzig schmecken.

In ähnlicher Weise stellten wir fest, dass der süße Geschmack, den Laugen in großer Verdünnung an der Zungenspitze und besonders an den hinteren Zungenrändern verursachen, von den Hydroxylionen hervorgerufen wird, und dass er bei der minimalen Konzentration von 0,005 bis 0,009 Gramm-Ionen im Liter auftritt.

Noch auf einem anderen Wege ist kürzlich die Beteiligung der Ionen am Zustandekommen der Geschmacksempfindungen gezeigt worden. Schickt man durch die Zunge hindurch einen elektrischen Strom, so tritt je nach der Stromrichtung ein eigentümlicher Geschmack, der sogenannte „elektrische Geschmack“ auf, der für gewöhnlich an der Anode als sauer, als säuerlich oder als metallisch angegeben wird, während er an der Kathode weniger bezeichnend definiert, meist laugig oder alkalisch oder herb und bitterlich genannt wird. Das Entstehen dieser Empfindungen wurde von den Einen auf eine direkte Reizung der Geschmacksnervenendigungen durch den elektrischen Strom, von den Andern auf eine chemische Reizung durch die elektrolytischen Spaltungsprodukte der in dem Speichel gelösten Salze zurückgeführt. Eine vor Kurzem erschienene Arbeit von R. von Zeynek<sup>1)</sup> entscheidet zu Gunsten der zweiten Anschauung.

1) Centralblatt für Physiologie, Bd. 12, S. 617, Dezember 1898.

Um das von v. Zeynek gebrauchte Verfahren verständlich zu machen, sind einige physikalische Vorbemerkungen notwendig. Taucht man ein Metall in reines Wasser, so lädt es sich gegen dieses negativ. Nach der Theorie von Nernst kommt die Ladung dadurch zustande, dass von der Metallelektrode unwägbar kleine Mengen in Form von positiv geladenen Ionen in das Wasser hinein in Lösung gehen: das Wasser lädt sich folglich positiv, das Metall negativ. Die Größe der Ladung oder die Potentialdifferenz zwischen Wasser und Elektrode ist abhängig von der Beschaffenheit des Elektrodenmetalles: die Potentialdifferenz ist um so größer, je größer die Lösungstendenz des Metalles oder je größer ihr „elektrolytischer Lösungsdruck“ ist: denn je mehr Ionen in Lösung gehen, desto mehr positive Elektrizität wird ins Wasser hineintransportiert, da ja die Ionen die Träger der Elektrizität sind. Es kann aber nur eine ganz geringe Zahl von Ionen in Lösung gehen, weil die große elektrostatische Differenz, die dabei zwischen Elektrode und Wasser entsteht, schnell einem weiteren Eindringen von Ionen in dieses ein Ziel setzt; es stellt sich also rasch ein Gleichgewichtszustand her, in dem sich ebenso viele Ionen durch die elektrostatische Anziehung auf der Elektrode niederschlagen, wie von ihr durch den elektrolytischen Lösungsdruck in Lösung gehen. Setzt man nun zu dem Wasser ein Salz hinzu, das dieselben Kationen bildet wie das Elektrodenmetall, besteht also etwa die Elektrode aus Zn und setzen wir eines seiner Salze, z. B.  $ZnSO_4$  zu, so entsteht ein Ueberdruck an Zn-Ionen in der Lösung, es findet darum eine Ausscheidung von  $Zn^{++}$  auf der Elektrode statt, bis deren Konzentration im Wasser wieder die gleiche maximale geworden ist wie vor dem Salzzusatz. Die Potentialdifferenz ist jetzt natürlich verringert und setzen wir etwa so viel Salz zum Wasser, dass gerade ebenso viel  $Zn^{++}$  aus den eingeführten Salz-molekülen abdissoziiert, als vorher von der Elektrode in Lösung gegangen ist, so wird nun die Potentialdifferenz sogar gleich Null, da der ganze Ueberschuss sich auf der Elektrode absetzt, sodass in der Lösung ebenso viele Zn-Kationen zurückbleiben wie  $SO_4$ -Anionen da sind, und deren elektrostatische Ladungen heben sich gegenseitig auf.

Ich komme nun zu einem zweiten Fall: Besteht die Elektrode aus Platin (dessen elektrolytischer Lösungsdruck außerordentlich gering ist) und fügen wir zum Wasser wiederum  $ZnSO_4$  hinzu, so werden sich einige Zn-Ionen auf der Platinelektrode niederschlagen, bis sich ein Gleichgewichtszustand hergestellt hat, in dem ebenso viele Ionen in Lösung gehen wie sich abscheiden; die Elektrode lädt sich positiv — wird also zur Kathode — die Lösung negativ. Den Gleichgewichtszustand können wir nun, statt wie vorher durch Zufuhr von weiteren Zn-Ionen in Form von Zn-Salz, auch dadurch stören, dass wir einen elektrischen Strom durch die Lösung auf die Elektrode zu leiten. Ist die elektromotorische Kraft des Stromes gering, so werden sich einige weitere Zn-Ionen auf der Oberfläche der Platin-kathode abscheiden: dadurch wächst hier deren Konzentration, und es werden entsprechend mehr in Lösung gehen; es stellt sich also ein neuer Gleichgewichtszustand her, in denen die in entgegengesetzten Richtungen wandernden Zn-Mengen vermehrt sind. Steigern wir nun allmählich und stufenweise die elektromotorische Kraft des Stromes, so stellt sich immer von Neuem ein Gleichgewichtszustand her, bis schließlich die Konzentration an Zn auf der Platinelektrode maximal ist, d. h. bis sich

eine vollständige molekulare Schicht von Zn auf dem Platin abgesetzt hat. Sobald die elektromotorische Kraft des Stromes nun noch etwas gesteigert wird, dann überwiegt andauernd die Ausscheidung der Ionen die Ablösung von der Elektrode, erst jetzt findet eine ununterbrochene Ablagerung von Zn auf dem Platin statt, erst jetzt kommt es zur Elektrolyse, und diese macht sich augenfällig bemerkbar dadurch, dass die Nadel eines in dem Stromkreis eingeschalteten Galvanometers eine konstante, der Stromintensität entsprechende Ablenkung annimmt. Die elektromotorische Kraft, bei der die Elektrolyse eintritt, bezeichnet man als Zersetzungsspannung; diese ist charakteristisch für jede Ionenart. Leitet man also durch eine Lösung mehrerer Salze einen elektrischen Strom und schaltet in den Kreis ein Galvanometer ein, so zeigt bei allmählicher Steigerung der Spannung jeder Ausschlag der Nadel die Ausscheidung einer neuen Ionenart an.

Auf diese Bestimmungsmethode der Zersetzungsspannungen basierte von Zeynek seine Untersuchung über den elektrischen Geschmack. Er leitete einen elektrischen Strom durch die Zunge, variierte dessen elektromotorische Kraft, beobachtete die Bewegungen einer Galvanometernadel und fand, dass jeder Ausschlag dieser von einer Aenderung in der Art der elektrischen Geschmacksempfindung gefolgt war. Dass die Ausschläge und die Angaben über Aenderung des Geschmacks zeitlich nicht genau zusammenfielen, erklärt sich hinreichend aus der Annahme, dass die Ionen immer erst über eine gewisse Schwellenkonzentration hinaus ausgeschieden sein müssen, ehe sie als Reiz auf die nervösen Endorgane wirken können. Da weiter im Speichel eine ganze Reihe von Ionen enthalten ist, so ließ sich nicht mit Bestimmtheit angeben, welche Ionenart einer bestimmten Veränderung des Geschmacks entsprach: es gelang nur der prinzipielle Nachweis, dass der elektrische Geschmack ein Ionengeschmack ist.

Die mitgeteilten Untersuchungen erweitern unsere Kenntnis von der Physiologie des Geschmackssinnes insofern, als sie beweisen, dass erstens nicht nur die einfachen Moleküle schmecken, sondern auch elektrisch geladene Spaltungsprodukte von Molekülen, und dass zweitens manche der elektrisch geladenen Teilchen, die materiell von einander verschieden, dagegen durch die gleiche negative Ladung physikalisch einander ähnlich sind, dieselbe Geschmacksempfindung auslösen können. Höber und Kiewow haben sich vorläufig damit begnügt, den Ionengeschmack einiger Elektrolyte zu konstatieren: es wurde nicht der bestimmte Nachweis erbracht, dass auch die in der Lösung undissoziiert bleibenden Moleküle schmecken. Das ist aber sehr wahrscheinlich, schon in Anbetracht der Zahl der Komponenten, aus dem sich, wie gesagt, der Totalgeschmack einer Elektrolytlösung zusammensetzt. Worauf nun die Schmeckfähigkeit mancher Moleküle beruht — und wie Moleküle verhalten sich auch die Ionen in vielen Eigenschaften, z. B. in der Art ihrer Einwirkung auf osmotischen Druck, Gefrierpunkt, Siedepunkt, Massenwirkung —, das ist sehr schwer zu sagen. Nimmt man an, dass sich eine chemische Reaktion zwischen Schmeckstoff und Sinnesorgan (im weitesten Sinne) abspielt, so wird es u. A. erklärlich, warum die optischen Antipoden einer Verbindung, wie das *D*- und *L*-Asparagin, verschieden schmecken: denn solche bloß sterisch verschiedenen Körper geben mit einem und demselben optisch aktiven Körper Verbindungen von ganz verschiedenen Eigenschaften, und

optisch aktive Körper, mit denen sie reagieren könnten, kommen ja genug im Organismus vor: drehen ja doch alle echten Eiweißkörper die Polarisationssebene. Nimmt man aber an, dass ein mechanischer Vorgang, etwa eine für gleich schmeckende Moleküle charakteristische Wellenbewegung, wie jüngst Sternberg erörterte, das Wesentliche ist, so ließe sich wohl leichter erklären, warum manche nicht dissoziierte Moleküle, wie etwa das Dulcamarin, das Rhinantin, die Rhamnose, zugleich bitter und süß schmecken, und warum die verschiedenen von Höber und Kiesow geprüften Anionen alle salzig schmecken. Indessen sind auch die gerade umgekehrten Erklärungsweisen immer möglich, und wir müssen einstweilen sagen, dass wir über die nächsten Beziehungen zwischen den Schmeckstoffen und den Schmeckorganen noch gar nichts Sicheres wissen. [51]

R. Höber (Zürich).

## Robert Wiedersheim, Grundriss der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere.

Für Studierende bearbeitet. Vierte, gänzlich umgearbeitete Auflage. Mit 1 lithographischen Tafel und 361 Textabbildungen in 675 Einzeldarstellungen. Gr. 8. XXIII u. 559 Seiten. Jena, Gustav Fischer, 1898.

Wiedersheim's Grundriss hat sich so sehr eingebürgert, dass es nur eines kurzen Hinweises auf diese neueste Auflage des beliebten Werkes bedürfen wird. Durchweg neu bearbeitet und durch praktische Neuerungen übersichtlicher gestaltet, bietet es dem Studierenden eine kritisch gesichtete Darstellung des jetzigen Bestandes der Wissenschaft, dem mit dem Gebiet schon Vertrauten ein handliches Nachschlagebuch. Seine Branchbarkeit wird erhöht durch die Beigabe eines alphabetisch geordneten Verzeichnisses aller im Text vorkommenden Tiernamen nebst kurzer Erklärung desselben, eines 112 Seiten umfassenden Litteraturverzeichnisses und durch ein gutes Sachregister. Zahlreiche Fußnoten enthalten Hinweise auf alles, was in den Text nicht aufgenommen werden konnte. P. [68]

Berichtigungen zu dem Aufsatz von Prof. Lavdowsky und Dr. Tischutkin in Nr. 12:

S. 414 Z. 17 (von oben):

Statt: in den unbebrüteten Eiern während der Anfangsstunden der Bebrütung.	Soll: in den unbebrüteten Eiern <i>oder auch</i> während der . . . etc.
--	---

S. 421 Z. 6 (von oben):

die Nuklein-Chromatinkugeln die Elemente des weißen Dotters	die Nuklein-Chromatinkugeln <i>der</i> Elemente des weißen Dotters
---	--

*Einsendungen für das Biol. Centralblatt bittet man an die Redaktion, Erlangen, physiol. Institut, Besellungen sowie alle geschäftlichen, namentlich die auf Versendung des Blattes, auf Tauschverkehr oder auf Inserate bezüglichen Mitteilungen an die Verlagshandlung Arthur Georgi, Leipzig, Salomonstr. 16, zu richten.*

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: [19](#)

Autor(en)/Author(s): Höber Rudolf

Artikel/Article: [Ueber einige Beziehungen zwischen den Geschmacksqualitäten und dem pliysikalisch-chemischen Verhalten der Schmeckstoffe. 491-496](#)