

Zur Physiologie des süßen Geschmacks.

Von

Dr. WILHELM STERNBERG,
prakt. Arzt in Berlin.

Jedes neue Instrument, jeder neue Apparat, mit dem uns die rastlos fortschreitende Physik beschenkt, stellt nichts anders dar wie eine naturgemäße Fortentwicklung und Erweiterung unserer physikalischen Sinne. „Jedes Beobachtungsinstrument“, sagt HERBERT SPENCER¹, „jedes Gewicht, Maß, Wage, Mikrometer, Nonius, Mikroskop, Thermometer usw. ist nur eine künstliche Erweiterung der Sinne.“ Ja, in manchen Apparaten beschert uns die moderne Physik gewissermaßen ein fehlendes Sinnesorgan, mit dem sie uns die wunderbarsten Eindrücke in ungeahnter Weise erschließt, Wahrnehmungen, für welche wir ein eigenes Sinnesorgan gar nicht besitzen. Allein trotz der Erweiterung unserer physikalischen Sinne, trotz der Vertiefung der physikalischen und chemischen Forschung, trotz der glänzendsten Ergebnisse selbst der physikalischen Chemie, derjenigen Disziplin, welche in glücklichster Vereinigung beider Naturwissenschaften die Beziehungen des Chemismus zu unseren Sinnen zu erforschen hat, gelingt es merkwürdigerweise nicht, einen Sinn noch zu vervollkommen, gerade unseren chemischen Sinn. Um so merkwürdiger, daß dieser unser chemische Sinn, heute auch noch ebenso wie ehemals, berufen erscheint, der Chemie wesentliche Dienste zu leisten. Selbst die Kenntnisse unseres chemischen Sinnes und die Wissenschaft des Chemismus der chemischen

¹ „Die Erweiterung unserer Sinne“, akadem. Antrittsvorlesung Prof. OTTO WIENER 1900. Leipzig, Joh. Ambrosius Barth. HERBERT SPENCER „Die Prinzipien der Biologie.“ JOHN TYNDALL, Address delivered before the British association at Belfast 1874.

Verbindungen, die einen adäquaten Reiz auf unseren chemischen Sinn ausüben, haben sich noch nicht wesentlich vertieft. Denn es mangelt uns nicht allein immer noch das prinzipielle Einteilungsprinzip für die Objekte des Geruchssinnes, sondern auch die elementaren Fragen über den Geschmackssinn harren noch immer ihrer endgültigen Lösung. So kommt es, daß dieser chemische Sinn in der Wissenschaft bisher nicht die gebührende Behandlung findet, ja daß man sogar zur Ansicht neigt, die Probleme des Geschmackes seien möglicherweise objektiven Untersuchungen überhaupt gar nicht zugänglich. Denn in allen Sprachen finden sich die Sätze: „Der Geschmack ist verschieden.“ „De gustibus non est disputandum.“ „Das ist Geschmacksache.“ Der Spanier sagt: „Sobre gustos no hai nada escrito, poro hai gustos que merescu polos.“ (Über den Geschmack steht nichts geschrieben, es gibt jedoch Geschmäcke, die Prügel verdienen.)

Diese Sätze können sich aber nur auf die übertragene Bedeutung des Geschmackes beziehen. In ästhetischer Beziehung bezeichnet „Geschmack“ die Fähigkeit, die Schönheiten in Natur und Kunst zu empfinden und zu genießen. Insofern diese Fähigkeit sich nun lediglich der Gefühlsseite des Menschen zuwendet, glaubt man wohl dem subjektiven Belieben, der subjektiven Vorliebe, dem „Geschmack“, größeren Raum gestatten zu können. In diesem Sinne bezeichnet „Geschmack“ die besondere Neigung, die subjektive Vorliebe für die Objekte; insofern läßt sich tatsächlich nicht über den „Geschmack“ streiten, ebensowenig, wie über jede andere persönliche Neigung. Ebenso bedeutet „Geschmack“ oft auch dann noch lediglich die Vorliebe für etwas, selbst wenn es sich gar nicht mehr um ideelle Fragen, sondern um leibliche Genüsse der Zunge handelt. Wenn jemand einem Objekt, das den Reiz auf das Sinnesorgan der Zunge ausübt, nicht „denselben Geschmack wie die anderen abgewinnen kann“, wenn er etwas nicht ebenso „geschmackvoll, weniger schmackhaft findet“, so bedeutet auch hier „Geschmack“ ausschließlich die in mehr oder minder hohem Grade ausgesprochene Vorliebe für die Auswahl dieses Geschmackes, dessen Qualität die betreffende Versuchsperson gleichwohl genau so empfindet wie jeder andere.

Diese scheinbare Schwierigkeit, die in der gleichzeitigen Verwendung des Wortes „Geschmack“ gelegen ist, zur ideellen Be-

zeichnung und gleichzeitig für die tatsächliche, eigentliche Geschmacksempfindung, hat zu Mißverständnissen, selbst in der Wissenschaft geführt. Denn in demselben Sinne, in dem der Satz „De gustibus non est disputandum“¹ Gültigkeit hätte, könnte man auch behaupten: „De gustu colorum non est disputandum“. Würde aber auch der Satz „De gustibus non est disputandum“ gar nicht ausschließlich auf die ideelle Bedeutung beschränkt sein, so dürfte er jedenfalls nicht für die Forschung, ganz gewiß aber nicht für die allerersten prinzipiellen Untersuchungen, Gültigkeit beanspruchen. Das Gegenteil ist vielmehr wissenschaftlich, zunächst einmal, anzunehmen und so lange wenigstens festzuhalten, bis erst die Unrichtigkeit dieser Annahme erwiesen wäre.

Der Gang der Forschung zwingt zu der Annahme des gegenteiligen Satzes, daß nämlich der Geschmack ein und derselben Substanz für den einen genau der nämliche ist wie für den anderen. Der Geschmack einer bestimmten chemischen Verbindung stellt im allgemeinen durchaus eine einheitliche bestimmte, unabänderliche objektive Qualität dieser Substanz dar.

Es ist von vornherein gar nicht einzusehen, nicht einmal wahrscheinlich, daß die Qualität des Geschmacks nicht ebenso wie jede andere, etwa die Qualität der Farbe oder Färbung für jeden Normalen eine bestimmte unabänderliche GröÙe darstellen sollte. Wäre die gegenteilige Ansicht zulässig, so würde nicht nur der Versuch einer Einteilung der chemischen Verbindungen nach ihrem Geschmack überflüssig und vergeblich, sondern eine derartige Einteilung fürderhin auch unmöglich gemacht sein.

Ebensowenig wie man ehemals annehmen durfte „De coloribus non est disputandum“ ebensowenig darf in der Wissenschaft sich der Satz erhalten „De gustibus non est disputandum“. Derselbe ist ebenso unrichtig, wie wenn man für den Geschmack die Farbe setzen wollte, vorausgesetzt freilich, daß es sich nicht um einen Farbenblinden handelt.

So kommt es, daß die Physiologie dem chemischen Sinn bisher auffallend wenig Interesse gewidmet hat.

Es ist eine merkwürdige Tatsache, daß dasjenige Sinnesorgan, das die Physiologie erst spät behandelt, der Pathologie schon frühzeitig wesentliche Dienste geleistet hat. Denn der

¹ J. MUNK.

Geschmack war es, und zwar der süße Geschmack, der die Anwesenheit des Zuckers im Urin in manchen Krankheitsfällen verriet und sogar zur Entdeckung der Zuckerkrankheit durch den englischen Arzt¹ geführt hat. Da der normale Harn die drei Qualitäten des Geschmacks: salzig, sauer und bitter, bereits in sich vereinigt, so mußte die letzte und zugleich eklatanteste, die Qualität des Süßen, besonders auffallen.

Daß der süße Geschmack im Harn des Zuckerkranken durch die Anwesenheit von Zucker bedingt ist, hatte WILLIS selber noch gar nicht einmal erkannt, sondern erst 100 Jahre später sein Landsmann MATTHIEUS DOBSON.² Vom Zuckergehalt des Harns hatte daher, bis um die Mitte des 17. Jahrhunderts die gesamte medizinische Welt keine Ahnung, so daß es sogar bezweifelt werden könnte, ob die Krankheit, die mit dem Namen „Diabetes“ bis dahin bezeichnet wurde, überhaupt wirklich die Zuckerharnruhr gewesen sei, wenn nicht alle übrigen klinischen Zeichen die Tatsache sicherten.

Wenn freilich die indischen Ärzte noch früher, schon von alters her, eine Krankheit mit honigsüß schmeckendem Harn (Honigharn, Meliturie) gekannt haben, so erklärt sich diese Tatsache auch aus der schon früher von den Indern beobachteten Erfahrung des süßen Harngeschmacks. Daß aber gerade in Indien diese Entdeckung schon früh gemacht ist, kann nicht befremdlich erscheinen. Weist doch schon die Bezeichnung Zucker, aus dem Indischen stammend, auf Indien hin, wo schon lange vor Beginn unserer Zeitrechnung der Rohrzucker fast chemisch rein dargestellt wurde. Bei den nahen Beziehungen, die England mit Indien seit Jahrhunderten verbanden, ist möglicherweise die Kunde davon überhaupt erst von Indien nach England gedrungen.

Wie aber dieser Eigenschaft des süßen Geschmacks die Kenntnis der einen Krankheit, so ist derselben auch noch die

¹ 1674 THOMAS WILLIS: „Pharmaceutice rationalis sive diatriba de medicamentorum operationibus in corpore humano.“ Pars secunda. Edit. postrema emendatio. Hagae comitis 1677 sect. IV, cap. 3, pag. 206. l. c. p. 218 . . . „urinam in diabete adeo dulcescere, eo quod salibus in sero combinatis particulae quaedam sulphureae colliquatione solidarum partium delibatae avorescunt.“ („Der Harn schmeckt so wunderbar süß, als wenn er mit Zucker oder Honig versüßt wäre.“)

² M. DOBSON, Experiments and observations on the urine in the diabetes. Medic. observ. and inquiries vol. V, p. 298. London 1776.

Wissenschaft einer zweiten Erkrankung und sogar die Möglichkeit, ja die einzige Möglichkeit ihrer Unterscheidung voneinander zuzuschreiben. Denn nur durch die Eigenschaft des süßen Geschmacks des Urins war die Trennung der Harnruhr mit dem honigsüßen Harn (Diabetes mellitus, Meliturie) von der Harnruhr mit dem geschmacklosen Harn (Diabetes insipidus) ermöglicht. Andererseits war fast volle zwei Jahrhunderte hindurch die Sicherung der Diagnose im Einzelfall von Diabetes mellitus nur durch die Geschmacksprobe ermöglicht. Denn der Arzt, der die Frage entscheiden wollte, ob in dem bestimmten Falle Zuckerkrankheit vorliege oder nicht, war gezwungen, den Urin mit der Zunge zu kosten. Ebenso hatten durch die physiologische Geschmacksprobe die älteren Ärzte (DOBSON, u. a.) die Anwesenheit des Zuckers im Blute schon längst erkannt, bis es 1835 erst dem Apotheker AMBROSIANI gelang, denselben auch objektiv nachzuweisen. Auch am süßen Geschmack des Schweißes (AUTENRIETH u. a.) erkannten die älteren Ärzte die Gegenwart des Zuckers, und THOMAS WILLIS erwähnt schon, daß die kleienförmige Abschilferung der Schenkelhaut eines Kranken einen deutlich süßen Geschmack besaß.

Wenn freilich alle neuen diagnostischen Methoden sich besonders an den Gesichtssinn wenden, vom Augenspiegel, Mikroskop, bis zu den Röntgenstrahlen, wenn also die ganze Erweiterung der modernen Diagnostik dahin geht, mehr und mehr das mit künstlichen Hilfsmitteln aller Art erweiterte Sinnesorgan des Gesichtes nutzbar zu machen, so beweist schon dieser Fortschritt der diagnostischen Verwertung unserer Sinne, vom chemischen zum physikalischen, vom gustischen zum optischen Sinn, daß die Erweiterung beider Sinne nicht in gleichem Maße vorgeschritten sein kann. Um so mehr liegt es nun der Physiologie ob, wenigstens unsere Kenntnisse auch dieses Sinnes zu vervollkommen, um die Forschung und die merkwürdigen Leistungen der anderen Sinne einzuholen.

Zu diesem Behufe dürfte es sich empfehlen, dem Studium der Objekte nachzugehen, die eine Geschmacksempfindung erregen, dem Chemismus der Schmeckstoffe. Freilich es besteht noch vielfach die Ansicht, daß es gar nicht einheitliche chemische Gruppen sind, welche sich durch dieselben nämlichen Geschmacksmodalitäten auszeichnen, daß also die verschiedenen Qualitäten gar nicht im Chemismus der Materie begründet seien. Die bisher

unüberwindliche Schwierigkeit, die einzelnen Gruppen nach ihren entsprechenden Geschmacksqualitäten zu sondern, mag zur Aufstellung eines solchen Satzes vielleicht beigetragen haben. Allein kann auch die bisherige Unkenntnis der schmeckenden Prinzipien wohl die Schwierigkeit des Vorwurfs beweisen, so kann sie doch keinesfalls ausreichend sein, etwa die Unmöglichkeit zu begründen oder auch nur wahrscheinlich zu machen. Die Unmöglichkeit der Lösung eines Problems aus deren Schwierigkeit herzuleiten, ist unwissenschaftlich, weil es unbedingt jede weitere Forschung erübrigen würde.

Das ganze Problem besteht für die physiologische Erforschung des Chemismus momentan darin, den entgegengesetzten Weg jetzt zu wählen, den die chemische Forschung mit Hilfe des physiologischen Reagens des Geschmacks ehemals genommen hat. Es gilt, die Verbindungen von gleichem Geschmack aus allen heterologen chemischen Reihen zu sammeln und dann das allen diesen Verbindungen Gemeinsame, Kommensurable zu finden, um es als Ursache der einzelnen Geschmacksqualität anzusehen. Es gilt daher zu allererst, die außerordentlich zahlreichen süß schmeckenden Glieder heterologer Gruppen wie Saccharin, Bleizucker, Leimsüß u. s. f. unter ein einheitliches Prinzip zusammenzufassen, um dasselbe als das süßende Prinzip anzuerkennen. Umgekehrt gilt es, das außerordentlich große Gebiet der Chemie der Salze einzuengen und ihnen nur die salzig schmeckenden zu entnehmen. Gerade aus dem Grunde gehört das Problem der physikalischen Chemie nicht allein an.

Nun hat man bisher überhaupt noch nirgends und noch niemals den Versuch gemacht, die Substanzen, die durch gleiche Geschmacksqualitäten verbunden sind, zu sammeln, zusammenzustellen und zu vergleichen, um ihnen so das Gemeinsame, Kommensurable zu entnehmen.

Gerade diese Art der Betrachtung scheint mir aber nicht nur zu den allerersten und allerwichtigsten Fragen auf dem Gebiet der Physiologie dieses Sinnes zu gehören, sondern auch den einzig richtigen Weg für die Erforschung der Schmeckstoffe darzustellen. Es gilt nämlich zu allernächst die einfachen Fragen zu lösen:

1. Welchen Verbindungen ist überhaupt der süße Geschmack zu eigen?

Diese Frage habe ich mehrfach behandelt.

2. Welchen Verbindungen ist überhaupt der bittere Geschmack zu eigen?

Auch diese Frage ist von mir mehrfach behandelt worden.

3. Welchen Verbindungen ist überhaupt der salzige Geschmack zu eigen?

In einer Arbeit „Der salzige Geschmack und der Geschmack der Salze“ versuche ich, diese Frage zu behandeln.

4. Welchen Verbindungen ist überhaupt der saure Geschmack zu eigen?

Diese Frage ist die einfachste und leichteste. Alle Säuren schmecken sauer, keine Verbindung schmeckt sauer, wenn sie nicht eine Säure ist.

So groß auch die Literatur ist, so sind diese prinzipiellsten Fragen vordem überhaupt noch nicht einmal aufgeworfen worden. Zur Vervollständigung ihrer Beantwortung dürfte eine Sammel-forschung in der Physiologie ebenso geeignet erscheinen, wie eine derartige in der praktischen Medizin bezüglich der Influenza und des Krebses nicht ohne Einfluss geblieben ist. Jedenfalls wäre man erst nach Erledigung und zwar nach einem negativen Ergebnis dieser Fragen zu der Annahme berechtigt, daß die Verbindungen nicht nach dem Geschmack zu gruppieren seien. Von vornherein aber das anzunehmen, ist unstatthaft. Bei der Lösung dieser Fragen zeigt es sich, daß die Zahl der bitter schmeckenden Verbindungen eine unendlich große ist; entsprechend der Auffassung des Pessimisten, nach welcher es der Bitterkeiten mehr auf der Welt gäbe als des Angenehmen. Im Vergleich zu den bitter schmeckenden Stoffen ist die Zahl der süßschmeckenden Verbindungen eine außerordentlich beschränkte, ja möglicherweise eine endliche, begrenzte. Schließlich wird sich die höchst auffallende Tatsache ergeben, die seltsamerweise bisher noch gar nicht einmal bemerkt worden ist, daß der salzige Geschmack eine ganz außerordentlich singuläre Eigenschaft darstellt. Eine Erklärung für sämtliche diese Tatsachen wird von mir an anderer Stelle versucht werden. Aus dieser Zusammenstellung muß sich alsdann auch ganz von selber das gemeinsame Prinzip ergeben, nämlich das süßende, das ver-bitternde, das salzende und das säurende Prinzip.

HAYCRAFT¹ war der erste, der eine Regelmäßigkeit des Ge-

¹ „The nature of the objective cause of sensation.“ II Taste. BRAIN 1887.

schmacks in der chemischen Gruppierung gesucht hat und zwar für die anorganischen salzig und bitter schmeckenden Salze, nach dessen Vorgang ich sämtliche süß und sämtliche bitter schmeckenden Verbindungen zusammenzufassen, den ersten Versuch gemacht habe.

Wie HJALMAR ÖHRWALL¹ über HAYCRAFTS Vorgehen abgeurteilt hat, geht aus seinen eigenen Worten am besten hervor: „Der Versuch HAYCRAFTS, verschiedene Geschmäcke von Metallsalzen in Zusammenhang zu bringen mit dem steigenden Atomgewicht innerhalb der Gruppen, in welche MENDELEJEFF die Elemente geordnet, muß als völlig mißlungen angesehen werden.“

Ebenso urteilt ZIEHEN²: „Eine gesetzmäßige Abhängigkeit der Geschmacksqualität von der chemischen Konstitution der schmeckenden Substanz hat sich noch nicht durchgängig feststellen lassen. Nur für die Säuren liegt sie auf der Hand. Schon der Süßgeschmack läßt sich bis jetzt nicht auf eine bestimmte chemische Konstitution³ beziehen, und vollends ist eine solche Zurückführung für salzig und bitter noch ganz unmöglich.“

Ebenso führen RUDOLF HÖBER und FRIEDRICH KIESOW⁴ folgendes aus: „Man weiß, daß die Säuren sauer, daß viele Salze salzig schmecken, man weiß, daß die Alkaloide zumeist bitter, und daß viele Kohlenhydrate süß schmecken, und man darf darum vermuten, daß die Eigenschaften, wegen deren man sie unter einem gemeinsamen Namen zusammenfaßt, auch ihren Geschmack bedingen. Aber andererseits bilden manche Glieder solch einer Gruppe ähnlicher Verbindungen Ausnahmen, — wir erinnern an den bitteren Geschmack der d-Mannose — oder es verursachen Substanzen die spezifische Geschmacksempfindung einer der genannten Gruppen, welche in gar keiner Beziehung zu deren Eigentümlichkeiten stehen; bekannte Beispiele dafür sind der süßschmeckende Bleizucker, das Anhydrid der Sulfaminbenzoesäure, des sog. Saccharin.“

An derselben Stelle bemerken die Verf. ferner: „Die Existenz wenigstens einzelner Gruppen chemisch zusammengehöriger

¹ „Untersuchungen über den Geschmackssinn.“ *Skandinav. Archiv für Physiologie* 1891 2, 15.

² ZIEHEN: *Leitfaden der physiologischen Psychologie* 1902, S. 50.

³ W. STERNBERG: *Archiv für Anatomie und Physiologie* 1898. Phys. Abt.

⁴ „Über den Geschmack von Salzen und Laugen.“ *Zeitschrift für physikalische Chemie* 1898 XXVII, 4, 601.

Körper, die die gleiche Geschmacksempfindung verursachen, ermutigt doch zur Forschung nach anderen solchen Komplexen und nach der gemeinsamen Eigenschaft, die die einzelnen Komponenten derselben miteinander verknüpft.“ Nun wiederholt aber HÖBER¹ dasselbe noch einmal nach 4 Jahren sogar. „Es ist ja bekannt, daß Säuren sauer, viele Salze salzig, daß Alkaloide bitter und daß viele Kohlehydrate süß schmecken. Was liegt also näher als die Vorstellung, daß die chemisch ähnlichen Verbindungen mit den Geschmacksorganen im weitesten Sinne in ähnlicher Weise in Aktion treten, so daß ein bestimmter chemischer Prozeß einer bestimmten Geschmackserregung und Geschmacksempfindung entspricht? Wenn man dann andererseits aber bemerkt, daß Ausnahmen von dieser Regel existieren, daß Stoffe süß schmecken können, die mit der chemischen Gruppe der Kohlehydrate absolut gar nichts zu tun haben, wie das z. B. mit dem Saccharin, dem Bleizucker, dem Chloroform und den Laugen der Fall ist, oder daß es bittere Zucker gibt, wie die d-Mannose, dann wird man wieder stutzig und sucht nach einer anderen Erklärung für das Zustandekommen der Geschmackserregung als der einer chemischen Reaktion des Schmeckstoffs mit einem Bestandteil des Geschmacksorganes.“ Wenn HÖBER auch im Jahre 1902 immer noch den nämlichen Schwierigkeiten begegnet, so darf ich mich beschränken, ihn auf meine Untersuchungen² hinzuweisen, die ihm die vier Jahre völlig entgangen sein müssen.

¹ RUDOLF HÖBER 1902, S. 180. „Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe.“

² 1. „Geschmack und Chemismus.“ *Physiol. Ges. Berlin*, 9. Dezember 1898, S. 33—38.

2. „Beziehungen zwischen dem Bau der süß und bitter schmeckenden Substanzen und ihrer Eigenschaft zu schmecken“ 1898. *ENGELMANN'S Archiv*.

3. „Geschmack und Chemismus“ 1899. *Zeitschrift für Physiologie und Psychologie der Sinnesorgane* 22, 385—407.

4. „Das süßende Prinzip“ 1901. *Ges. deutscher Naturf. und Ärzte in Hamburg*.

5. „Über das wirksame Prinzip in den süß schmeckenden Verbindungen, das dem süßen Geschmack zugrunde liegt, das sogenannte dulcigene Prinzip.“ *Physiol. Ges. Berlin*, 24. Oktober 1902, S. 6—8.

6. „Beiträge zur Physiologie des süßen Geschmacks“ 5. Dezember 1902. *Physiol. Ges. Berlin*, S. 65—70.

7. „Über das süßende Prinzip“ 1903. *ENGELMANN'S Archiv*.

Es erübrigt hier, noch die Art der Untersuchungen und den Weg zu charakterisieren, an die Lösung dieser Probleme zu treten. Die Physiologie kann sich nicht mit der Angabe der physikalischen Chemie bescheiden, „daß einige Säuren sauer, viele Salze salzig, Alkaloide bitter und viele Kohlehydrate süß schmecken.“ Ist es doch vielmehr die Physiologie des Geschmacks gewesen, welcher die Chemie die Bekanntschaft dieser Tatsachen, ja überhaupt die Möglichkeit der Einteilung bis auf den heutigen Tag erst zu verdanken hat. Denn auch heutzutage bedarf die Chemie dieses feinsten chemischen Reagens, wie es der Geschmackssinn darstellt, zur einfachen Diagnostik so sehr tagtäglich, daß sie schon zwei Geschmacksqualitäten benötigt, lediglich zur Charakterisierung, nämlich zur Definition der Säuren resp. Salze. Trotz der rastlosen Fortschritte der Wissenschaft kann die Chemie die Säure nicht anders als mit Hilfe von zwei Geschmacksqualitäten definieren; ihre „sauren Eigenschaften hat die Säure“ dem Vermögen zu verdanken, „salzartige“ Gruppen zu bilden.

Die Physiologie ist also in solchem Maße hier einmal der Chemie vorausgeeilt, daß es nunmehr der physikalischen Chemie zufällt, die mit Hilfe der Physiologie gewonnenen Kenntnisse zu ergänzen.

Die Physiologie mit der Pathologie, seit jeher gewohnt, von der Chemie nur zu empfangen, ist hier einmal in der seltenen Lage, der Chemie die vielseitigen Dienste zu entlohnern. Haben doch die Geschmacksqualitäten, und zwar sämtliche vier ohne Ausnahme: süß, bitter, sauer, salzig, dem Chemiker, und sogar noch bis auf den heutigen Tag, das Prinzip für die Gruppierung der Säuren, der Salze, Zucker und Bitterstoffe abgegeben. Es wäre danach geradezu überraschend, wenn die Chemie, welcher der Geschmack einst so erhebliche Dienste für die Gruppierung ihrer Verbindungen geleistet hat, nicht ihrerseits die Physiologie, durch die Einteilung der Verbindungen nach dem Geschmack, nunmehr entschädigen und früheren Beistand entlohnern könnte. Hat doch FISCHER noch bei dem vorgeschrittenen Standpunkt chemischer Wissenschaften den Geschmack, den bitteren Geschmack, benutzen müssen, um zur Diagnose der Bitterstoffe zu gelangen; erst aus dem intensiv bitteren Geschmack der Benzylglycosid-Verbindungen hat er den Schluß ziehen können, daß die noch wenig erforschte Gruppe der Bitterstoffe diesen

Reihen angehöre. Ebenso benutzt der Chemiker den bitteren Geschmack als das entscheidende diagnostische Zeichen der Reinheit der synthetisch bereiteten Zucker. Der saure Geschmack kann zur Diagnose der Säuren sogar mit der Titrationsmethode konkurrieren.

„I have no doubt,“ sagt KAHLENBERG¹, „that with cultivation of the taste for hydrogen ions, and previous elevation of the temperature of the solutions to that of the body, even more dilute solutions than $\frac{n}{800}$ could be detected by the sense of taste.

Indeed, the experiments of RICHARDS² confirm this. He shows dearly that fairly accurate titrations of hydrochloric acid can be made using the taste of the solutions to indicate the end of the reaction.“

Vom süßen Geschmack sagt EMIL FISCHER³ selbst, daß er zur Differential-Diagnose verwandt werden kann. „Der Geschmack steht bei den Aminosäuren in einer gewissen Abhängigkeit von der Struktur, und er kann manchmal auch zur Unterscheidung dieser sonst so ähnlichen Stoffe dienen.“

Über die Wege, zur Lösung der elementarsten Fragen zu gelangen, kann man verschiedener Ansicht sein. Der Ansicht von HÖBER und KIESOW gerade diametral entgegengesetzt ist die Meinung, die ich über die Wege habe, die einzuschlagen sind, um zur Lösung der prinzipiellsten Fragen zu gelangen. Ich finde eine gewisse Berechtigung für meine Annahme sowohl in der Tatsache, daß der gegenteilige, vielfach betretene Weg nicht zur Lösung der elementarsten und daher an erster Stelle zu erledigenden Fragen geführt hat, als auch in der Beobachtung, daß der von mir vorgeschlagene Weg sich glücklicher erweist. Es bedeutet geradezu eine Verkennung der Tatsachen, ebenso aber auch der Richtung, die einzuschlagen ist, wenn man die von der Chemie vorgeschriebene Einteilung der Gruppen nicht zu verlassen unternimmt, und verwundert vor der Tatsache Halt machen will, daß die Geschmacksqualität, welche doch erst die Gruppierung der chemischen Verbindungen geliefert hat, nun

¹ 1898 LOUIS KAHLENBERG: „The action of solutions on the sense of taste“, S. 14. Bulletin of the University of Wisconsin.

² T. W. RICHARDS: „The Relation of the Taste of Acids to their Degree of Dissociation“. Amer. Chem. Journ. Feb. 1898.

³ E. FISCHER, Chem. Ber. 35, S. 2662.

die ganz schematische Gruppeneinteilung durchbricht. Es gilt ja eben nicht, die Gruppen chemisch zusammengehöriger Verbindungen, sondern im Gegenteil alle heterologen Reihen nach der Geschmacksqualität zusammenzufassen. Es bedeutet eben keine „Ausnahme“, wenn der Geschmack, z. B. der süße, sich auch in chemisch nicht zusammengehörigen Gruppen zeigt. Die Regel, die dieser scheinbaren, nur vermeintlichen Ausnahme zugrunde liegt, zu finden, ist es eben, die das ganze Problem ausmacht.

Es ist freilich bekannt, daß die Qualität einer Verbindung sich auch mit ihrer Konzentration in gewissem Maße ändern kann. Wie bei der Qualität der Farbe, ist dies in gewisser Weise auch bei dem Geschmack der Fall.

HÖBER-KIESOW sagen selbst¹: „Analysiert man den Geschmack in Salzlösungen, so fällt einem auf, daß erstens eine Lösung von gewisser Konzentration eine ganze Reihe von Geschmacksempfindungen auslösen kann, und daß zweitens die Intensität und sogar die Qualität der Empfindungen sich ändern kann, wenn man die Konzentration der Lösung ändert.“

Diese Tatsache erscheint mir ausreichende Mahnung zur Vorsicht und eine Warnung zu sein, diesen Weg, zunächst wenigstens einmal, nicht eher fortzusetzen, als bis die prinzipiellsten Fragen über die eine Geschmacksqualität erforscht sind.

Es dürfte wohl noch gar nicht geeignet erscheinen, wenigstens zunächst einmal, sämtliche nur möglichen Geschmacksqualitäten einer und derselben Substanz mit Vor-, Bei-, Neben- und Nachgeschmack, bei allen möglichen Konzentrationen, mit einem Mal zu analysieren, zu einer Zeit, da die wesentlichsten elementarsten Bedingungen der Geschmacksempfindung noch gar nicht erkannt sind. Ob die Laugen wirklich in irgend einer Konzentration einmal einer Versuchsperson an irgend einer umschriebenen Stelle der Mundhöhle süßlich erscheinen, oder Aqua destillata, das kann, so interessant an sich die Beobachtung ist, nicht geeignet erscheinen, der Lösung der wesentlichsten Probleme zuzuführen. Nicht im kleinen, sondern im Gegenteil im großen das Wesentliche zu suchen, erscheint mir zunächst aussichtsvoller. Es dürfte sich daher wohl empfehlen, die Sammlung aller möglichen Stoffe, die einen notorischen süßen Geschmack

¹ HÖBER, KIESOW, S. 602.

haben, d. h. die von jeher stets jedermann süß geschmeckt haben, wie die Zucker-, Beryll-, Bleisalze u. s. f. möglichst zu vervollständigen. Der gegenteilige Weg könnte sogar eher vom ersten Ziele abführen. Denn auf diesem Wege kann man zu den widersprechendsten Angaben gelangen. KAHLENBERG spricht vielen natürlichen notorischen Süßstoffen jeden süßen Geschmack ab. Notorisch süß schmeckende Stoffe können in irgend einer Konzentration den diametral entgegengesetzten Geschmack, den bitteren, einmal einer Versuchsperson erregen. Tatsächlich registrieren HÖBER und KIESOW, BeCl_2 -Lösung (1 : 20 000) schmeckte „schwach bitter.“¹

- 0,1 % KCl-Lösung „süß“²,
- 0,3 % „deutlich salzig“³,
- 1 : 20 000 BeCl_2 -Lösung „schwach bitter“,
- 1 : 17 500 „deutlich süß“,
- 0,1 % NaBr-Lösung „deutlich süß“⁴,
- „0,3 süß,
- 0,2 etwas süß,
- 0,4 deutlich salzig.“

So wertvoll also diese Untersuchungen an sich sind, so wenig sind sie zur Zeit geeignet, zur Lösung der fundamentalsten Fragen zu verhelfen.

Bei der Unsicherheit der Geschmacksempfindung, bei der außerordentlichen Armut der Sprache für die Qualitäten, die hier zwar noch nicht den Grad erreicht, wie beim Geruchssinn, sind Geschmacksprüfungen mit so außerordentlichen Verdünnungen (molekulare Konzentration. Mg. Cl_2 0,0175 NaBr 0,022 usw.) nicht so ergiebig, die gegenteilige Methode aber oft sogar das Erfordernis.

Es ist z. B. bekannt, daß Sublimat HgCl_2 ein recht heftiges Gift ist, aus dem Grunde, weil es recht löslich ist. In doppeltem Maße ist daher die Ausnahme höchst auffallend, die dieses Gift von der Regel macht, daß nämlich alle Gifte sich durch Geruch und Geschmack, und zwar auch schon in üblem Sinne, bemerkbar machen. Die Tatsache, daß Hg Cl_2 das einzige Gift ist, das geschmacklos ist, macht dieses heftigste Gift zugleich zum ge-

¹ S. 609.

² HÖBER, S. 607 R.

³ S. 609.

⁴ S. 608.

fährlichsten. Offenbar tritt Geschmacklosigkeit schon in einer Verdünnung auf, die gefährlich werden kann, und es wäre die Erfahrung wohl wesentlich, ob der Geschmack nicht doch auch in der konzentrierten Lösung hervortritt. Dieselbe Erfahrung hat man mit dem Gifte der Blausäure HCN gemacht. Allgemein wurde früher der Geschmack dieser giftigen Säure nicht als bitter, sondern lediglich „an den Geruch der bitteren Mandeln erinnernd“ registriert. Allein der Geschmack ist auch tatsächlich ein intensiv bitterer. Hier zeigt sich also die Notwendigkeit der gegensätzlichen Geschmacksprüfung, die Notwendigkeit, bisher als geschmacklos angenommene Substanzen sogar bei möglichst starken Konzentrationen zu prüfen.

GRÜTZNER¹ schlägt vor, man müsse beim Vergleiche durchaus gleichprozentige, ja sogar äquimolekulare Lösungen heranziehen. Ich halte im Gegenteil es nicht für empfehlenswert, wenigstens zunächst einmal, zur ersten Lösung der fundamentalsten Fragen, sowohl den Vergleich ein und derselben Substanz hinsichtlich der Intensität bei verschiedener Konzentration als auch den Vergleich gleichprozentiger oder äquimolekularer Lösungen verschiedener Substanzen heranzuziehen.

Es erscheint der Weg aussichtsvoller, überhaupt die Intensität der Geschmacksqualitäten absichtlich zu vernachlässigen und die Extensität ins Auge zu fassen, die Sammlung aller nur möglichen Substanzen, die ein und derselbe Geschmack verbindet, mehr und mehr zu vervollständigen.

Diesen Weg habe ich auch bei den Untersuchungen über den salzigen Geschmack eingeschlagen.² Das schmeckende Moment, das Prinzip, das in den Schmeckstoffen die Geschmacksqualität bedingt, ist nicht aufzufinden durch Vergleich der verschiedenen Grade jeder einzelnen Qualität, sondern durch Vergleich aller Verbindungen von einer Geschmacksqualität. Deshalb ist zunächst die Frage aufzustellen: Welche Körper schmecken überhaupt süß? Daraus ergibt sich noch eine weitere Regel für diese Untersuchung.

¹ P. GRÜTZNER 1894 *Pflügers Archiv* 58, 69—104, 98 C. Schmeckversuche „Über die chemische Reizung sensibler Nerven.“ Deutsch. med. Wochenschr. 1893, S. 1369, Nr. 52. „Über die Bestimmung der Giftigkeit verschiedener Stoffe.“

² ENGELMANN: *Arch. f. Physiol.* „Der salzige Geschmack und der Geschmack der Salze.“

Die meisten Untersuchungen erfolgen dermaßen, daß die Beobachtung an die Frage geknüpft wird. „Wie schmeckt der Körper?“ Es lassen sich aber weit sichere Resultate erzielen, wenn man die Fragestellung modifiziert, dermaßen, daß man die Fragestellung beschränkt:

a) „Schmeckt diese Verbindung neben anderen Geschmächen, die aber alle momentan zu vernachlässigen sind, auch noch deutlich und rein süß? Ja? oder Nein?“

b) „Schmeckt diese Verbindung neben anderen Geschmächen, die momentan zu vernachlässigen sind, auch noch deutlich und rein bitter? Ja? Nein?“

c) „Schmeckt diese Verbindung neben anderen Geschmächen, die momentan zu vernachlässigen sind, auch noch deutlich und rein salzig? Ja? Nein?“

d) „Schmeckt diese Verbindung neben anderen Geschmächen, die momentan zu vernachlässigen sind, auch noch deutlich und rein sauer? Ja? Nein?“

Direkt vermieden müssen dabei die Bezeichnungen wie „süßlich“, „bitterlich“ sein, denn sie sind oft lediglich Verlegenheitsbehelfe und können leicht zu Irrtümern führen.

So mag sich auch wohl mancher Widerspruch in der Beurteilung des Geschmacks einer Substanz durch verschiedene Personen erklären; der eine erklärt für „deutlich und unverkennbar süß“, was der andere sogar mit „bitter“ bezeichnet.

Es ist ganz erstaunlich zu sehen, wie verschieden der Geschmack ein und derselben Substanz von verschiedenen Autoren sogar aufgefaßt und beschrieben ist. Es trifft sich gar nicht so selten in der Literatur, daß ein Autor eben dieselbe Substanz „entschieden und rein süß“ empfindet, deren Geschmack der andere für bitter erklärt.

Es ist seltsam, wie gerade der süße Geschmack einer Substanz am leichtesten von allen Geschmächen im allgemeinen von jedermann erkannt wird. Um so seltsamer ist die so häufig wiederholte Beobachtung, daß in der Wissenschaft die Autoren gerade diese eklatanteste Geschmacksqualität manchen Substanzen zuerteilen, die durchaus nicht allgemein als süß schmeckend bezeichnet werden können.

KAHLENBERG¹ gibt an: „Solutions of sodium acetate of the

¹ 1898. LOUIS KAHLENBERG: „The action of solutions on the sense of taste.“ S. 21. Bulletin of the University of Wisconsin.

strengths $\frac{n}{25}$, $\frac{n}{12\frac{1}{2}}$, and $\frac{n}{6\frac{1}{4}}$ were distinctly tasted but in no case reported as salty. The taste was variously described as smooth, sweetish, faintly alkaline etc.“

„The ions SO_4 and $\text{CH}_3 \cdot \text{COO}$ have but very little taste; the effect of the latter seems to be a trifle sweet.“¹

In der Tat sind viele Versuchspersonen, bei Schwierigkeiten in der Beurteilung des Geschmacks einer Substanz, keiner anderen Geschmacksqualität gegenüber so freigebig. Um so größere Vorsicht ist darum aber auch geboten bei der Beurteilung und Sammlung gerade der süß schmeckenden Verbindungen. So widersprechen sich in der Literatur die Angaben über den süßen Geschmack von *ferrum lacticum*, *ferrum sulfur.*, KOH, Kalkwasser, Pyrogallol, Aqua destillata u. a. m. KMnO_4 schmeckt „entschieden süß“ nach OEHRWALL, „bitter“ nach ROLLET. Nun stellt aber die Qualität eines Geschmacks einer Verbindung eine unabänderliche Gröfse dar. Daher muß sogar die Zunge für die Untersuchungen vor den definitiven Versuchen auch erst eingeübt werden, wie etwa das Auge bei Untersuchungen einer optisch wirksamen Substanz. Der Geschmack ist zudem oft nur schwer zu empfinden, schwerer noch zu beschreiben und zu analysieren. Allein für jede Verbindung stellt er eine ganz bestimmte Qualität dar. Weder durch Verdünnung noch durch Konzentration kann eine Geschmacksqualität einfach in die andere übergeführt werden. Freilich läßt sich durch Verdünnung einer, zugleich mehrere Geschmacksqualitäten besitzenden, Verbindung die eine Qualität eher auslöschen als die andere, ein Weg, den in glücklichster Weise RICHARDS zuerst gewählt hat, den Geschmack einer Verbindung zu analysieren; freilich kann man bei entsprechender Konzentration auch den sauren Geschmack einer Verbindung nicht mehr empfinden, weil an seine Stelle schon die Atzwirkung getreten ist, ein ander Mal bei entsprechender Verdünnung wiederum der saure Geschmack noch nicht als sauer erkannt werden kann, sondern erst nur noch als herb empfunden wird. Der Geschmack ein und derselben Verbindung ist jedoch im allgemeinen stets derselbe unabänderliche und kann nur differieren in der Intensität. Ein Molekül einfacher Zusammensetzung kann auch wohl zwei Geschmacksqualitäten kombinieren, ja sogar die beiden diametral

¹ ibidem S. 30, § 6.

entgegengesetztesten „süß“ und „bitter“, wie Dulcamarin, Magnesium-Salicylat, Chininum salicylic., Chininum saccharinic. u. a. Dabei ist allerdings noch die Frage zu entscheiden, ob es wohl in diesem Molekül ein und dasselbe Atom oder gar ein und dasselbe Atom als Ion ist, das die beiden Geschmacksqualitäten bedingen sollte.

So verlockend und aussichtsvoll es auch erscheinen möchte, beim Erforschen der Ursache einer Qualität zum Vergleich der Materie die Intensität derselben Qualität mithinzuziehen, so halte ich es doch geradezu für einen wertvollen Kunstgriff, die Intensität bei Geschmacksprüfungen zunächst durchaus zu vernachlässigen. Nicht allein, daß gerade beim Geschmackssinn mancherlei¹, selbst physikalische, Momente die Intensität gewaltig beeinflussen können, haben die Erfahrungen in dieser Beziehung stets gelehrt, daß die quantitative Betrachtungsweise nicht zur Lösung des Problems führt, sondern eher vom Ziele ablenken könnte. Denn nur so ist das Ergebnis der wertvollen Untersuchungen² anzusehen, welche in dieser Beziehung über die einfachste Qualität, den sauren Geschmack, angestellt sind. So sagt LOUIS KAHLENBERG³: „the sour taste of acetic acid solutions has been found to be more intense than it ought to be according to the degree of dissociation of the substance. No explanation of this phenomenon has thus far been attempted.“

Diese Untersuchungen über die Intensität des sauren Ge-

¹ ZUNTZ: Verhandl. d. Berl. Physiol. Ges.

² CORIN 1888: Archives de Biologie Tome VIII, 1888, 121—139. „Action des acides sur le goût.“

TH. W. RICHARDS 1898: Amer. chem. Journ. 20 (121—126). „Die Beziehungen zwischen dem Geschmack der Säuren und ihrem Dissoziationsgrade.“

THEODORE WILLIAM RICHARDS 1900: Journ. Phys. Chem. 4, 207—211. „Beziehungen zwischen dem Geschmack von Säuren und ihrem Dissoziationsgrade II.“

KAHLENBERG 1898: Amer. Chem. Journ. 20, 121—126. Bull. Univ. of Wisconsin II, 11—31. „Die Wirkungen der Lösungen auf die Geschmacksempfindung.“

J. H. KASTLE, 1898: Amer. Chem. Journ. 20, 466—471. „Über den Geschmack und die Acidität der Säuren.“

L. KAHLENBERG: „The relation of the taste of acid salts to their degree of dissociation.“ Journ. of physical Chem. 4, 1, S. 33. 1900: Journ. Phys. Chem. 4, 533—537.

³ LOUIS KAHLENBERG, 1898: S. 29, § 3. „The action of solutions on the sense of taste.“ Bulletin of the University of Wisconsin.

schmacks waren nicht imstande, das Problem zu lösen, sondern waren nur geeignet, zu den bisherigen Fragen noch neue hinzuzufügen. Denn sämtliche Beobachtungen stimmen in der einen Tatsache überein, daß die Variation in der Intensität der sauren Geschmacksempfindung viel geringer ist als die in der Konzentration der Wasserstoff Ionen in den verschiedenen Lösungen.

Dieser Widerspruch führte sogar zu der Annahme, daß die einwertigen Anionen ebenfalls sauer schmecken müßten. Ist aber eine solche Annahme vom Standpunkte der Dissoziationstheorie schon durchaus unbefriedigend, so ist dieselbe auch vom Standpunkt der Physiologie durchaus nicht zu akzeptieren, im Sinne wissenschaftlicher Forschung aber überhaupt nicht als Erklärung der Frage anzusehen. Wohin dieser Weg noch führt, ersieht man aus den Untersuchungen von HÖBER und KIESOW¹, welche auf die nämliche Weise andere Geschmacksqualitäten untersucht haben. Denn dieselben gelangen auf diesem Wege zum nämlichen Schluß, allein sie sind gezwungen, eben denselben Anionen sogar auch noch die salzige Geschmacksempfindung beizulegen. So gelangt man zu dem höchst widersprechenden Resultate, daß ein und derselbe Bestandteil in einer Verbindung, der negative, zwei Geschmacksqualitäten zu gleicher Zeit in sich vereinigt. Das ist aber um so auffallender, als man so zur Annahme gedrängt wurde, daß in den einen Verbindungen eben derselbe Bestandteil einmal die eine, die saure, Geschmacksqualität bedinge, in den anderen Verbindungen wiederum den anderen Geschmack verursache, den salzigen.² Dazu kommt, daß gerade dieser Teil des Moleküls die Anionen sind, denen ich nach meinen Betrachtungen jeden Beitrag am Geschmack absprechen zu müssen glaubte.

Diesen Widerspruch erkennen HÖBER und KIESOW auch an, erklären ihn aber nicht.

„LOUIS KAHLENBERGS Resultate (Bull. of the Univers. of Wisconsin) stehen mit den unsrigen in den meisten Punkten in Widerspruch. Worauf die verschiedenen Resultate zurückzuführen sind, vermögen wir ohne Kenntnis der Originalarbeit

¹ RUDOLF HÖBER und FRIEDRICH KIESOW 1898: *Zeitschrift für physikal. Chemie*, 601—616. „Über den Geschmack von Salzen und Laugen.“

² „Wir können den Schluß ziehen, daß die Anionen die salzige Geschmacksempfindung verursachen.“ S. 605. HÖBER und KIESOW.

nicht zu sagen.“¹ — „Die weitere Eigentümlichkeit, die der eine von uns (KIESOW) beobachtete, daß nämlich verschiedene Laugen bei gewisser Verdünnung süß schmecken, zusammen mit der Erfahrung, daß Stoffe, die chemisch als Säuren charakterisiert sind, auch sauer schmecken, führte uns zu der Vermutung, daß eventuell die in der Lösung vorhandenen elektrisch neutralen Moleküle, die Kationen und Anionen alle eine verschiedene Geschmacksempfindung verursachen möchten.“² —

„Es treten also neben dem Salzgeschmack stets noch eine Reihe anderer Geschmacksarten auf, die wir auf die Anwesenheit der Kationen und der indissoziierten³ Moleküle zurückzuführen geneigt sind.“ —

„Fassen wir unsere Resultate der Geschmacksanalyse von Salzlösungen zusammen, so können wir den Satz aufstellen, daß sich der Geschmack eines jeden Salzes additiv zusammensetzt aus dem Geschmack der Ionen, vielleicht auch der elektrisch neutralen Moleküle desselben.“⁴ —

Wenn die Untersuchungen über die Frage, ob die Anionen oder Kationen oder schließlich die neutralen Moleküle es sind, die eine Geschmacksqualität bedingen, zu dem Schlusse führen, daß möglicherweise jeder dieser drei Bestandteile die eine Geschmacksqualität hervorrufen kann, ja daß sogar ein und derselbe der genannten drei Teile in verschiedenen Verbindungen verschiedenen Geschmack hervorbringt, so ist das Ergebnis nicht als eine Lösung der Probleme anzusehen.

Bei unseren geringen Kenntnissen der schmeckenden Prinzipien überhaupt kann das Ergebnis nicht überraschen, da diese Art eine Gleichung mit drei Unbekannten darstellt.

Geeigneter dürfte daher folgende gegensätzliche Betrachtung erscheinen.

Wenn eine Verbindung nicht einen einzigen Geschmack rein besitzt, so mag die eine Geschmacksqualität zunächst bei der Beurteilung auszuschalten sein.

Hatte ich unter den mineralischen Salzen, welche fast durchgängig nicht einen einzigen Geschmack rein besitzen, zunächst

¹ 611 und 612: HÖBER und KIESOW.

² RUDOLF HÖBER und FRIEDRICH KIESOW: „Über den Geschmack von Salzen und Laugen.“ *Zeitschrift für physikalische Chemie* 1898, S. 602.

³ S. 608.

⁴ S. 611.

den salzigen Geschmack eliminiert, um die Gesetzmäßigkeit ihres bitteren Geschmacks zu erforschen, so ist nach Lösung dieser Frage nun die Eigenschaft des bitteren Geschmacks bei der Beurteilung des Geschmackes zu eliminieren, um Gesetzmäßigkeiten des salzigen Geschmacks zu ersehen.

Auf andere Weise läßt sich noch durch allmähliche Verdünnung eine Geschmacksqualität von mehreren Qualitäten eher auslöschen, die Mehrzahl der verschiedenen Geschmacksqualitäten gewissermaßen einzeln filtrieren. So ist die wichtige Frage zu lösen: Wann, bei welcher Konzentration, in welchem Dissoziationszustand hört der salzige resp. bittere Geschmack der Salzlösungen KCl, KBr, KI und NaBr, NaI, auf?

HÖBER und KIESOW haben zwar gezeigt, daß die verschiedenen einwertigen Salze bei annähernd gleicher molekularer Konzentration anfangen, salzig zu schmecken.¹ Allein ob die elektrisch neutralen Moleküle oder die Ionen den Salzgeschmack verursachen, ist nicht erwiesen.

Was ferner die Intensität der Süßkraft in der Zuckerreihe betrifft, so sieht KAHLENBERG² eine gesetzmäßige Beziehung zwischen ihr und der Diffusionsgeschwindigkeit.

„The aldehyde groups occurring in sugars, seem to render them more capable of permeating membranes, and probably they also modify the compounds so that in their action on the nerve they increase the sweetish taste, which on the whole is characteristic of the alcohols containing several hydroxyl groups. The intensity of the tastes of the polyatomic alcohols and the sugars is then in general such as one would expect viewing the matter in the light of OVERTONS work.“

„The intensity of the taste of solutions of substances containing amido-acid, acid-amido, alcoholic hydroxyl, and aldehyde groups was investigated, and it was found that the results obtained are in general such as one would expect viewing the matter simply in the light of OVERTONS³ determinations of

¹ S. 604. HÖBER-KIESOW.

² 1898, LOUIS KAHLENBERG: „The action of solutions on the sense of taste.“ S. 27. Bulletin of the University of Wisconsin.

³ ERNST OVERTON: „Über die osmotischen Eigenschaften der Zelle in ihrer Bedeutung für die Toxikologie und Pharmakologie mit besonderer Berücksichtigung der Ammoniake und Alkaloide.“ *Zeitschr. f. physik. Chemie* 22, 189, 1897.

the relative readiness with which these substances permeate plant and animal membranes.“¹

Allein eine solche Annahme erklärt nicht die Tatsache, daß die Süßkraft des Rohrzuckers bedeutend größer ist als die des Milchzuckers, im Gegenteil, sie läßt diese Tatsache um so auffallender erscheinen.

Daß überdies auch physikalische Größen die Intensität einer Qualität wesentlich beeinflussen und damit die Untersuchungen über Zusammenhang des Chemismus mit einer Sinnesqualität dermaßen erschweren, daß die Intensitätsuntersuchungen jedenfalls sich als unfruchtbarsten Ausgangspunkt derartiger Studien erweisen, hat sich aus mannigfachen Beobachtungen dieser Art auf dem Gebiet des chemischen Farbensinnes ergeben.

Die Anordnung, die Dichte hat einen so außerordentlichen Einfluß auf die Farbe, daß sie die größten Täuschungen veranlassen kann; alle Farben von Lösungen treten deutlicher für unser Auge hervor, je dünner die Lösungen sind. Auch das Lösungsmittel, selber für sich ungefärbt, kann eine große Rolle spielen. Dieselbe chemische Verbindung, das Element, Jod, erscheint in ätherischer Lösung braun, violett in Schwefelkohlenstoff, wiederum anders gefärbt in Chloroform. Silber erfreut in elementarem Zustande durch seine helle klare Farbe das Auge, so daß man es als Material wählt zur Herstellung augenscheinlich gefälliger Gegenstände, in gepulvertem Zustand erscheint es dunkelschwarz.

Die Erscheinung der Fluoreszenz zeigt am klarsten, in wie verschiedener Färbung unserem Auge dieselbe chemische Verbindung erscheinen kann.

Instruktiv und beweisend in dieser Beziehung ist der Weg, den die Wissenschaft der physikalischen Chemie in der Erforschung des Zusammenhangs des Chemismus mit der Polarisationserscheinung genommen hat. Nicht die Untersuchungen über Drehrichtung und Drehkraft nämlich waren es etwa, die zu den glänzenden Erkenntnissen des Chemismus führten, der die Qualität der Polarisation bedingt; dies war so wenig der Fall, daß die Wissenschaft auch heute noch nicht einmal, trotz der bestgegründeten Erforschung des Zusammenhangs vom Chemis-

¹ „The action of solutions on the sense of taste.“ 1898. S. 31, § 9. LOUIS KAHLENBERG: Bulletin of the University of Wisconsin.

mus mit dieser Qualität, die Bedingungen der Intensität oder gar der Drehrichtung zu erklären vermag.

Wie sehr sich aber auch diese Qualität hinsichtlich ihrer Intensität durch die verschiedensten Momente verändern läßt, zeigt das Phänomen der Multirotation. Daher halte ich auch Untersuchungen über Intensität der Geschmacksempfindungen, zunächst noch, für wenig fruchtbar, solange wenigstens nicht einmal erst die fundamentalsten Fragen über Chemismus und Geschmacksqualität gelöst sind. Erst dann, wann diese grundsätzlichen Fragen gelöst sind, kann man mit Sicherheit an die Untersuchung über die Intensitäten der Geschmacksqualitäten treten. Es dürfte sich daher wohl verlohnen, den von mir vorgeschlagenen Weg fortzusetzen, die Reihe der süßs, bitter schmeckenden Verbindungen möglichst überall zu vervollständigen und zu kontrollieren, um zum Ziele zu gelangen.

Aus mehrfach dargelegten Gründen erschien es ratsam, zu allernächst die süßschmeckenden Verbindungen zu sammeln, mit Hilfe des süßenden Prinzipes alsdann sämtlich bitter schmeckenden Verbindungen zu prüfen. Da der salzige Geschmack meist mit dem bitteren kombiniert ist, empfiehlt es sich schliesslich, das den bitteren Geschmack bedingende Moment bei diesen Betrachtungen auszuschalten, um so die Grundsätze für den salzigen Geschmack zu erkennen.

Die Frage ist von mir wiederholt erörtert worden, was das Gemeinsame in Bleizucker, dem Anhydrid, der Sulfaminbenzoësäure, das sog. Sacharin, sowie in Chloroform, in den übrigen Süßstoffen darstellt, die in gar keiner chemischen Beziehung zu den natürlichen Süßstoffen, den Zuckern, stehen. Wenn diese Stoffe süß schmecken können, die mit der chemischen Gruppe der Kohlehydrate absolut gar nichts zu tun haben, so bedeutet dies keinesfalls, wie HÖBER meint, eine Ausnahme von der Regel. Das Problem besteht lediglich darin, in dieser vermeintlichen Ausnahme die Regel zu finden.

Es gilt eben die Untersuchung nicht auf die chemisch zusammengehörigen Körper allein zu beschränken, sondern im Gegenteil die Prüfung auf alle heterologen Reihen auszudehnen.

Dabei ist freilich stets auch noch zu bedenken, ob nicht in einer durch gleichen Geschmack vereinten Gruppe von Verbindungen auch tatsächlich Ausnahmen vorkommen.

Diejenige Gruppe nun, die sich dadurch vor allen übrigen auszeichnet, daß sie ausnahmslos nur einen einzigen Geschmack allen ihren löslichen Verbindungen, in reinster Form sogar, verleiht, ist die Gruppe der Zucker.

Aus diesem Grunde wird auch diese bisher ausnahmslose Eigenschaft des süßen Geschmacks, welche alle Zucker miteinander verbindet, ebenso wie der bittere Geschmack der Galle als vorbildliche Qualität, sogar vergleichsweise, gewählt.

Nicht nur die Dichter aller Zungen¹ ziehen den süßen Geschmack des Zuckers wie den bitteren der Galle zum Vergleich heran, sondern auch der Volksmund.

Spricht man doch sogar vom „Nichtzucker“; als „neutraler Nichtzucker“ wird in den von der Kommission für die Bearbeitung einer deutschen Weinstatistik veröffentlichten Analysen der Anteil des Mostes aufgeführt, dessen Natur nicht bekannt ist. Der „Zuckerbauer“ versteht unter „Nichtzucker“ die Beimengungen, die durch die Raffinade erst entfernt werden müssen. Die Nichtexistenz des „geschmacklosen Zuckers“ im Harn hatte erst genauer Untersuchungen bedurft. Hatten THENARD² 1806, CHEVREUL 1815 und BOUCHARDAT 1838 die Vermutung nahegelegt, daß im Harn des Zuckerkranken noch ein geschmackloser Zucker enthalten sei, so weist BOUCHARDAT nach, daß diese geschmacklose Substanz eine Verbindung von süßem Zucker mit mehreren anderen Stoffen sei.

Deshalb verdient jede Mitteilung einer Ausnahme gerade aus dieser Gruppe eine um so mehr erhöhte Aufmerksamkeit.

Eine solche Ausnahme aus der Reihe der „Süßstoffe“ par excellence, der „süßen Salze“ wie MARGGRAFF sie nannte, mit denen wir täglich die Speisen „ebenso gut als mit Kochsalz salzen“ wie HUFELAND sich ausdrückte, bildet nach HÜBER der bitter schmeckende Zucker, die d-Mannose, ein echter, nicht aromatischer Zucker. Diese eine Tatsache einer solchen Ausnahme gerade in dieser Gruppe der Süßstoffe *κατ' ἐξοχήν* verdient daher in der Physiologie wie in der Chemie gleichermaßen eine ganz

¹ „Zweideutig sind die goldenen Sprüche alle
Hier dienen sie zum Zucker, dort zur Galle
Doch Wort bleibt Wort und nie noch kams mir vor,
Daß ein zerrissnes Herz gesundet durch das Ohr.“

² „Nichtexistenz des geschmacklosen Zuckers“ Annal. d. Chemie u. Pharmacie XXXIX 1841 S. 125. Journal de Pharmacie XXVII S. 100.

prinzipielle Beachtung; diese eine einzige Ausnahme ist hinreichend, einer genaueren Betrachtung gewürdigt zu werden. Derjenige aber, der an der Erwartung festhält, daß die Zusammenfassung der chemischen Verbindungen nach ihrem Geschmack Aufschluß über die Bedingungen der Geschmacksqualitäten liefert, hat jedenfalls die Verpflichtung, eine solche Ausnahme des bitteren Geschmacks eines Zuckers ganz besonders in Betracht zu ziehen. Handelt es sich doch darum, ob dieser nun einmal eingeschlagene Weg als müßig und überflüssig anzusehen und somit zu verlassen ist oder ob im Gegenteil derselbe sich als fruchtbar erweist und auch diese Ausnahme gar zu erklären imstande ist. Darum ist die Mitteilung des bitteren Geschmacks der d-Mannose so überraschend, daß es sich wohl verlohnt, in der Literatur über den Geschmack dieses Zuckers Umschau zu halten.

BEILSTEIN sagt aus: „die d-Mannose sei süß und durch alle ihre Eigenschaften sei die d-Mannose der Dextrose so nah verwandt, daß sie wohl damit verwechselt werden kann“. In den Jahren 1888—1889 beschäftigten sich EMIL FISCHER und JOSEF HIRSCHBERGER mit der Darstellung der d-Mannose.¹ Sie sagen aus, daß d-Mannose viel schwächer als Dextrose dreht, äußerst löslich ist und süß schmeckt, bei höherer Temperatur sich zersetzt und Karamelgeruch entsteht. Im Jahre 1889 schreibt R. REISS.²

„Der Sirup ist schwach gelblich gefärbt, vollkommen klar, durchsichtig und von süßem Geschmack, der von einem, in allen Fällen auftretenden angenehm bitteren Nachgeschmack begleitet ist. Dieser deutet vielleicht darauf hin, daß bevor die Spaltung der dextrinartigen Zwischenprodukte vollendet ist, bereits eine Karamelisierung des gebildeten Zuckers begonnen hat.“ Die Identität dieses von R. REISS aus der Steinnuß bereiteten Zuckers mit der d-Mannose ist bald nachgewiesen worden³ und hat sogar zum Vorschlag seiner technischen Verwertung geführt⁴, durch EMIL FISCHER und JOSEF HIRSCHBERGER im Jahre 1889.

¹ Ber. XXI S. 1807. I. „Über Mannose“. II. „Über Mannose“. XXII 366. III. XXII 1155. IV. XXII 3218.

² Ber. XXII 609: „Über die in den Samen als Reservestoff abgelagerte Zellulose und eine daraus erhaltene neue Zuckerart, die ‘Seminose’“ (vorgetragen von A. WOHL). S. 610.

³ Ber. XXII 1155.

⁴ Ber. XXII 3224.

„Bei dem niedrigen Preise der Steinnufsabfälle (50 Kilo 0,8—1,00 M.) und der großen Ausbeute an Zucker könnte man denken, das Verfahren technisch zu benützen. Herr Fabrikant DONATH in Schmölln (Sachsen-Altenburg) hatte die Güte, uns mitzuteilen, daß allein in der Gegend von Schmölln bei der Fabrikation der Steinnufsknöpfe 20 000 Zentner dieser Abfälle jährlich erhalten werden. — Da dieselben bis 33 % des Zuckers liefern und derselbe voraussichtlich ebensoviel Alkohol gibt wie die Dextrose, so würde das Verfahren vielleicht rentabel sein.“

Im Jahre 1896 behandeln EMIL FISCHER und BEENSCH die d-Mannose¹, erwähnen jedoch hier kein Wort über den Geschmack. EDM. O. v. LIPPMANN² erwähnt den rein süßen Geschmack der d-Mannose. Freilich ist erst neuerdings die d-Mannose im kristallisierten Zustand, also ganz rein erhalten worden, es hat sich ergeben, daß sie³ „einen ziemlich bitteren Geschmack hat“.⁴ „Le sucre a un goût assez amer; il en est de même d'un échantillon préparé par transformation de la d-glycose“.⁵

Es entstehen daher nun diese drei Fragen.

1. Wie ist denn nun tatsächlich der Geschmack der d-Mannose überhaupt? Wie ist dieser interessante Widerspruch in der Ansicht der Autoren über den Geschmack zu erklären?

2. Wie ist der bittere Geschmack dieses natürlichen Zuckers zu erklären?

3. Welche allgemeinen Schlüsse sind aus dem Geschmack dieses Kristallzuckers zu ziehen?

Ist damit wirklich ein für allemal bewiesen, daß, da nicht einmal die gewöhnlichen Zucker, die Süßstoffe par excellence, ein einheitlicher Geschmack verbindet, nach Geschmacksqualitäten die chemischen Gruppen nicht zusammenzufassen sind? Genügt diese eine Tatsache die bisherige Annahme vom schmeckenden süßenden Prinzip umzustossen?

Der bittere Geschmack eines Zuckers ist nicht beispiellos. Denn bitter schmecken von den Zuckern:

¹ „Über die beiden optisch isomeren Methyl Mannoside.“ Ber. XXIX 2927.

² Braunschweig 1895 S. 931 „Chemie der Zuckerarten“.

³ Ber. XXIX, IV R. 425.

⁴ 1896 Rec. d. tr. ch. d. P. B. Tome XIV, 329 und 1896 Tome XV S. 221 „Sur la d-mannose cristallisée“ par M. W. ALBERDA VAN EKENSTEIN.

⁵ S. 222. Recueils des travaux chimiques des Pays-Bas XIV und XV, 221—224. 1896.

1. Die aromatischen Zucker und die Glykoside, denen die Bitterstoffe nahe zu stehen scheinen, und
2. die künstlichen Zucker.

Freilich die natürlichen, nicht aromatischen Zucker schmecken sämtlich, ohne Ausnahme, süß. Wie die Glykosen, schmecken auch die Methylglykoside süß. Setzt man jedoch statt des positiven Alkylradikals den negativen Phenolrest ein, so hat zwar die Verbindung auch noch die Eigenschaft, zu schmecken, sie schmeckt aber nicht mehr süß, sondern intensiv bitter.

$C_6H_{11}O_6 \cdot CH_3$ Methylglykosid schmeckt süß aber

$C_6H_{11}O_6 \cdot C_6H_5$ Phenylglykosid schmeckt bitter.

Die Kenntnis des bitteren Geschmacks dieser Substanz verdanke ich der Liebenswürdigkeit von Herrn Jos. FISCHER, ich hatte fälschlich angegeben, daß in der Literatur über die Bitterkeit keine Angabe existiert. Durch Herrn Prof. LIPPMANN bin ich belehrt worden, daß auch die Angabe des bitteren Geschmacks von Phenolglykosid (Glykosido-Phenol) bereits von LIPPMANN gemacht ist.

$CH_3 - CH(OH) - CH_2(OH)$ 1, 2 — Didydropropan schmeckt süß

$C_6H_5 - CH(OH) - CH_2(OH)$ Phenyläthylenglykol¹ schmeckt bitter.

$CH_3 - CH(OH) - CH(OH) - CH_2(OH)$ Butenylglyzerin schmeckt süß

$C_6H_5 - CH(OH) - CH(OH) - CH_2(OH)$ Phenylglyzerin s. Phenpropylalkohol s. Styzerin schmeckt bitter.²

Ob freilich die aromatischen Zucker wie die leicht lösliche Phenyltetrose alle schmecken, ist in der Literatur³ nicht angegeben; jedenfalls scheinen sie nicht süß zu schmecken. Phenyltriose schmeckt intensiv bitter.⁴ Nun sind aber die natürlichen Glykoside zum großen Teil Phenolderivate; daher kommt es, daß die Mehrzahl der Glykoside bitter schmecken.

Den aromatischen Zuckern scheinen die echten Bitterstoffe nahe zu stehen.

$CH_3 - C_6H_{11}O_6$ Methylglykosid schmeckt süß,

$C_6H_5 \cdot CH_2 - C_6H_{11}O_6$ Benzylglykose intensiv bitter.

Deshalb meint auch FISCHER, daß manche der natürlichen, noch

¹ TH. ZINCKE, Ann. 1883. Bd. CCXVI. S. 293.

² Grimaux, Journ. 1863, S. 404).

³ Cem. Ber. XXV, S. 2559, Bd. 29, S. 212. *Neue Zeitschrift für Rübenzuckerindustrie.*

⁴ Bericht der chemischen Gesellschaft Oktober 1898.

nicht näher erforschten Bitterstoffe wohl in diese Kategorie von Verbindungen hineingehören.¹

Der außerordentlichen Liebenswürdigkeit von Herrn Prof. EKENSTEIN, für die ich auch hier gern Veranlassung nehme meinen besten Dank auszusprechen, habe ich eine Geschmacksprobe der kristallisierten d-Mannose zu verdanken (6. XI. 01). Die Kristalle waren zweimal aus Methylalkohol umkristallisiert.

Mit einer großen Reihe von Versuchspersonen stellte ich nun unter allen Kautelen Schmeckversuche mit diesem ersten Kristallzucker an. Ich wählte dazu notorische Feinschmecker von Fach aus, Köche und Köchinnen, die ein gutes und natürliches Gebiß besitzen und nicht Raucher sind, die mit einer großen Feinheit der Zunge eine solche des Urteils verbanden. Sämtliche Personen stimmten ausnahmslos in ihren Urteilen überein. Der Geschmack der d-Mannose ist ein rein süßer, derselbe ist unverkennbar, deutlich und intensiv, aber mit einem ebenso deutlichen und noch länger anhaltendem bitteren Nachgeschmack.

Es fragte sich, ob der bittere Nachgeschmack nicht vielleicht in größerer Verdünnung verschwindet. Ich löse einige Kristalle zum Sirup auf, um mich darüber zu unterrichten, ob der Geschmack der konzentrierten Lösung etwa von dem des festen Aggregatzustandes hinsichtlich seiner Intensität oder gar Qualität variiert. Ist es doch bekannt, daß Milchzucker trocken auf die Zunge gebracht, viel weniger süßt als in sirupöser konzentrierter Form. Dabei darf noch daran erinnert werden, daß der Milchzucker sich schon dadurch wesentlich vom Rohrzucker unterscheidet, daß der Milchzucker $C_{12}H_{22}O_{11}$ sehr viel weniger süßt als der Rohrzucker $C_{12}H_{22}O_{11}$. Denn wählt man eine 5%ige Lösung von Rohr- und Milchzucker, so schmeckt die Rohrzuckerlösung viel mehr süß, was deutlich genug für die Abhängigkeit der Süße von der Konstitution der Substanz spricht. Oftmals begegnet man noch der irrigen Angabe, daß die geringere Süße des Milchzuckers durch seine geringere Löslichkeit bedingt ist. Die geringere Süßkraft ist aber eine besondere Qualität des Milchzuckers und in der Natur des Stoffes gelegen. Die Süße des Milchzuckers ist aber so deutlich und so unverkennbar, daß die Angabe von LOUIS KAHLENBERG besonderes Interesse erfordert.

¹ „Über die Glykoside der Alkohole“ 1893. Ber. XXVI, S. 2400 und Neue Zeitschrift für Rübenzuckerindustrie 31, S. 66.

„Turning¹ now to the sugars, arabinose, laevulose, d-glucose, and galactose were reported to be sweet, as were also maltose (malt sugar) and saccharose (cane sugar), while lactose (milk sugar) and xylose were found to have little or no taste.“

Xylose² (Holzzucker $C_4H_8 \cdot (OH)_4 - COH$) ist ebenfalls ein süß schmeckender Sirup.

Diese Angaben sind daher ebenso geeignet, die Schwierigkeit der endgültigen allgemeinen Festlegung der Geschmacksqualität einer Substanz zu beweisen, wie sie die Forderung einer solchen geradezu als nötig erscheinen lassen.

Zur Geschmacksprüfung der d-Mannose in verschiedenen Konzentrationen forderten auch die auf dem Gebiete des Geruchsinns gemachten Erfahrungen auf.

Denn abgesehen natürlich von der Flüchtigkeit und der Natur der chemischen Verbindung hängt die Intensität des Riechstoffes neben der Konzentration ganz vornehmlich von der Verteilung ab. Manche Riechstoffe zeigen in konzentrierter Form gar keinen intensiven Geruch oder aber gar einen unangenehmen, wie es ganz bekannt ist vom Moschusgeruch, während sie in dünnen Lösungen, besonders aber in fein zerstäubter Form erst den Geruch und zwar in ganz anderer Art, jedenfalls oft in sehr angenehmer Weise hervortreten lassen.

Allein der bittere Geschmack der d-Mannose tritt auch in den verschiedensten Lösungen nicht zurück.

Aus der Tatsache der gleichzeitigen Anwesenheit des süßen Geschmackes der d-Mannose geht jedenfalls hervor, daß auch dieser Zucker bezüglich seines Geschmackes nicht als eine Ausnahme aus der Reihe unserer natürlichen Süßstoffe zu betrachten ist.

Wie die ersten Darsteller den Geschmack der d-Mannose als einen süßen charakterisieren, in der Annahme, daß die gleichzeitige Bitterkeit nicht der d-Mannose, sondern den begleitenden Verunreinigungen zukomme, so unterläßt EKENSTEIN andererseits, den gleichzeitigen süßen Beigeschmack des Kristallzuckers zu registrieren und bezeichnet ihn lediglich als bitteren Geschmack.

¹ LOUIS KAHLENBERG 1898: „The action of solutions on the sense of taste.“ S. 27. Bulletin of the University of Wisconsin.

² W. E. STONE und D. LOTZ „Über Xylose aus Maiskolben“ 1891. Chem. Ber. XXIV S. 1658. Chem. Labor. Purdue University, La Fayette, Indiana, U. S. A.

Ganz besondere Bedeutung ist nun aber diesem bitteren Geschmack auch deshalb noch beizulegen, als er einer optisch-aktiven Verbindung zukommt. Dadurch gewinnt dies Moment noch an prinzipiellem Interesse.

Auf den sauren Geschmack der Säuren ist die stereogeometrische Konfiguration ohne Einfluß, so weit es sich nicht um die etwa durch die geometrische Stellung der einzelnen Atome zueinander im Molekül bedingte Änderung der Stärke der Säuren handelt.

Für den bitteren Geschmack kommen in dieser Hinsicht die Alkaloide in Betracht, deren Spiegelbilder nicht bekannt sind.

Der salzige Geschmack fällt in dieser Beziehung ebenfalls aus, da er ohne Ausnahme für das Mineralreich reserviert bleibt.

Was den Einfluß der stereogeometrischen Konfiguration auf den süßen Geschmack betrifft, so ist es auffallend, daß die Zunge so vortrefflich mathematisch unterrichtet ist, vermöge des Geschmackes sehr wohl die höheren von den niederen Gliedern homologer Reihen zu unterscheiden imstande ist und noch viel mehr als arithmetisch auch planimetrisch zu trennen vermag. Darum ist es um so auffallender, daß die Zunge dennoch für die Geometrie im Raume, die Stereogeometrie, absolut nicht befähigt ist, Unterschiede herauszuschmecken.

Es ist sogar in mehr als in einer Hinsicht auffallend, daß die molekulare Geometrie gar keine Unterschiede in dem Geschmack schafft, um so mehr als sie ja alle anderen Eigenschaften der Materie verändert. Nicht allein, die beiden Spiegelbilder behalten jedesmal den süßen Geschmack bei, es konservieren sich vollends sämtliche stereoisomeren Gruppen sogar noch die Eigenschaft zu süßen, so daß die Zunge gar nicht über die mannigfache Geometrie der einzelnen Atome im Raume innerhalb des asymmetrischen Moleküls uns informieren kann. Diese Eigenschaft ist gerade entgegengesetzt der Fähigkeit der Zucker, mit Hefen zu vergähren.

Die Hefe macht nämlich weniger Unterschiede in der arithmetischen Reihe der Zucker, sehr wohl aber im geometrischen Bau der Zucker. Daher unterscheiden sich auch die vier bekannten der acht theoretisch möglichen Pentosen, ebenso die zehn heutzutage darstellbaren Hexosen von den 16 voraus-

gesagten nicht im Geschmack, sie schmecken alle süß; aber wesentlich differieren sie in ihrer Fähigkeit, zu vergähren oder dem Stoffwechsel zu unterliegen. Ebenso wenig die chemische Wissenschaft an der Existenz der noch fehlenden Stereoisomeren zu zweifeln hat, ebenso wenig darf die Physiologie füglich eine Veränderung in ihrer Geschmacksmodalität annehmen. Die Physiologie muß vielmehr mit demselben Rechte, mit dem die Chemie ihre Existenz beansprucht, es als ebenso sicher voraussetzen, daß von den $2^5 = 32$ stereoisomeren Heptosen auch die noch nicht dargestellten 26 und von den 128 Nonosen auch die noch nicht bekannten 126 süß schmecken.

Freilich PIUTTI¹ und PASTEUR², E. FISCHER³ und LANDOLT stehen auf dem Standpunkte, daß die Drehrichtung und die stereogeometrische Konfiguration ein und derselben Verbindung wie in der Gährung und dem ihr so ähnlichen Prozesse, dem Stoffwechsel, so auch im Bereiche des Geschmackes Unterschiede schaffen kann.

So sagt FISCHER⁴: „Überträgt man die stereochemischen Betrachtungen auf die chemischen Vorgänge im höher entwickelten Organismus, so gelangt man zu der Vorstellung, daß allgemein für die Verwandlungen, bei welchen die Proteinstoffe als wirksame Massen fungieren, wie das zweifellos in dem Protoplasma der Fall ist, die Konfiguration des Moleküls häufig eine ebenso große Rolle spielt, wie seine Struktur. Man kann deshalb gar nicht mehr überrascht sein, wenn von zwei stereoisomeren Substanzen die eine kräftig auf unsere Sinnesorgane, wie Geschmack oder Geruch, oder auf das Zentralnervensystem reagiert, während die andere ganz indifferent ist, oder doch nur eine ganz abgeschwächte Reaktion hervorruft. Man wird es ebenso begreiflich finden, daß die drei stereoisomeren Weinsäuren⁵ im Leibe des Hundes in verschiedenen Graden verbrannt werden, daß ferner von zwei ganz nahe verwandten Zuckerarten die eine überaus leicht im Organismus oxydiert oder als Glykogen aufgespeichert wird, wie der Traubenzucker,

¹ PIUTTI: Compt. rend. 1886. T. CIII, S. 134; T. XVIII, S. 477.

² PASTEUR: ebenda T. CIII, S. 138.

³ E. FISCHER: *Zeitschr. f. phys. Chemie* 1898 26, 84 u. *Zeitschr.* 42, S. 5.

⁴ „Bedeutung der Stereochemie für die Physiologie.“ *Zeitschr. f. physiolog. Chemie* 26. 1898. S. 84.

⁵ BRION: *Zeitschr. f. phys. Chemie* 25, S. 283.

während die so nahe verwandte Xylose nur unvollkommen ausgenutzt werden kann.“

Gestützt auf die Verschiedenheit im Geschmack des Asparagins, dessen dextrogyre Modifikation süß schmeckt, während der optische Antipode geschmacklos ist, machen die Chemiker noch allgemein die ganz willkürliche Annahme, daß dem physiologischen Vorgange des Geschmacks eine Bevorzugung der einen aktiven Modifikation zugrunde liege, ähnlich wie dem Vorgange durch Einwirkung von Fermenten.

Diese Annahme ist aber durch keine weitere Tatsache gestützt. Man gelangte zu derselben durch die einzige, bisher noch nicht einmal nachgeprüfte Ausnahme, die in dem verschiedenen Geschmack der enantiomorphen Modifikationen des Asparagins gelegen ist. Ebenso sagen R. HÖBER und FR. KIESOW:¹

„Und umgekehrt können zwei Körper verschieden schmecken, selbst wenn sie fast vollkommen identisch sind; das rechtsdrehende und das linksdrehende Asparagin unterscheiden sich durch keine einzige physikalische oder chemische Eigenschaft von einander, außer durch ihre entgegengesetzte optische Aktivität und doch schmeckt, wie PIUTTI entdeckte, die d-Form süß, die l-Form fade. Wir stehen hier, wie in anderen Fällen, noch vor vollkommenen Rätseln.“

Zum Schlusse² ihrer Untersuchungen erwähnen sie nochmals diese eine vermeintliche Ausnahme aus der außerordentlich zahlreichen, bisher ausnahmslosen Gruppe der optisch wirksamen Verbindungen, die alle den nämlichen Geschmack behalten, lediglich um aus ihr den allgemeinsten Schluß zu ziehen.

„Wir können uns diese Reaktion als einen einfachen chemischen Prozeß vorstellen, durch den auch so wunderbare Erscheinungen, wie die des süßen Geschmacks der d-Form, des faden Geschmacks der l-Form des Asparagins erklärbar werden; denn schon PASTEUR machte zur Erklärung derselben die Annahme, daß durch Reaktion der beiden optischen Antipoden mit einer optisch aktiven Verbindung innerhalb des Schmeckorgans zwei verschiedene Verbindungen von verschiedenen physikalischen und chemischen Eigenschaften entstehen könnten, wie etwa durch Behandlung der Traubensäure, die in wässriger

¹ *Zeitschr. f. physikal. Chemie*, S. 601.

² *Zeitschr. f. physikal. Chemie*, S. 615—616.

Lösung eine Mischung gleicher Mengen von r- und l-Weinsäure darstellt, mit aktivem Cinchonin zwei Salze entstehen von so verschiedener Löslichkeit, daß man sie durch fraktionierte Kristallisation voneinander trennen kann. Noch weiter lassen sich indessen die Konsequenzen aus den bisherigen Kenntnissen nicht ziehen; warum Verbindungen, die durch ihre Struktur auch nicht im mindesten miteinander verwandt sind, doch die gleiche Geschmacksqualität erzeugen können, darüber können wir gar nichts aussagen.“

KAHLENBERG¹ gibt vom Geschmack des Asparagin folgendes an:

„Asparagin $C_2H_3 \cdot NH_2 \cdot CONH_2 \cdot COOH$ which dissolves easily in water, is almost perfectly tasteless even in its stronger solutions.“

Freilich ist nicht ersichtlich, ob er die levogyre oder dextrogyre Form meint.

Allein die Physiologie kann die Voraussetzung einer etwaigen fermentartigen Bevorzugung der einen Form für den Sinnesreiz des Geschmackes nach Art derjenigen für den Stoffwechsel nicht akzeptieren. Mit dieser Annahme ließe sich wohl auch gar nicht die Tatsache vereinbaren, daß die Geschmacksempfindung so außerordentlich schnell auf die Applikation des Reizes folgt. Der chemische Stoffwechsel und der chemische Sinn, der dem physiologischen Vorgang des Stoffwechsels vorsteht, verhalten sich eben hierin prinzipiell verschieden. Wie der ↗d-Traubenzucker süß schmeckt, schmeckt auch der ↘l-Traubenzucker süß, ja selbst der ↗↘i-Traubenzucker; der Geschmack dieser verschiedenen Formen ist eben nicht verschieden. Dennoch können sich alle drei Formen im normalen und auch im pathologisch veränderten Stoffwechsel verschieden verhalten, so zwar, daß es gar nicht ausgeschlossen erscheinen dürfte, daß dem Zuckerkranken, für den ↗d-Traubenzucker ein Gift bedeutet, dereinst im ↗↘i-Traubenzucker oder gar im ↘l-Traubenzucker ein Nahrungs- und Genußmittel, ja ein Heilmittel ersteht.

Höchst auffallend ist ferner die bisher ganz beispiellose Erscheinung, daß die eine aktive Form die Qualität des Geschmackes der anderen Form nicht nur hinsichtlich der Intensität oder hinsichtlich der Modalität verändert, sondern sogar vollständig verliert, eine Beobachtung, die man bisher noch niemals, überhaupt bei keinerlei Qualität der Antipoden, gemacht hat.

¹ LOUIS KAHLENBERG 1898: „The action of solutions on the sense of taste.“ S. 26. Bulletin of the University of Wisconsin.

Dazu kommt überdies noch ein weiteres beispielloses Moment. Nicht einmal mehr die inaktive Form erinnert irgendwie an diese gustische Qualität, die doch die eine Aktive tatsächlich haben soll. Auch dafür läßt sich kein weiteres Beispiel, überhaupt in irgend einer Qualität von Antipoden, angeben.

Ganz besonders aber spricht noch die Erfahrung, die man in so überreichem Maße in dieser Beziehung gesammelt hat, gegen diese Annahme. Denn außer Asparagin schmecken von den bisher dargestellten, überaus zahlreichen Verbindungen die enantiomorphen Modifikationen, wenigstens was die Qualität anlangt, gleich; was die Intensität betrifft, so liegen keine Untersuchungen vor. Noch niemals hat es sich ereignet, daß so regelmäßig auch die Spiegelbilder in jedem einzelnen Falle in der einen Eigenschaft, nämlich in ihrer Fähigkeit der Gährung, voneinander differieren, sich je die Geschmacksqualität der einen gegenüber der anderen Modifikation geändert hätte.

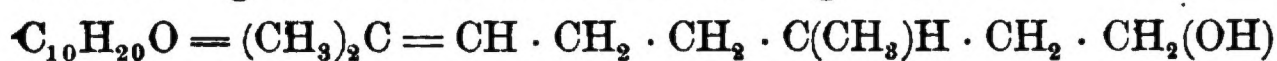
Nach den bisherigen Erfahrungen kann man also behaupten, daß, mit Ausnahme des süßen Geschmacks von Asparagin, die Stereochemie keinerlei Änderung in den Qualitäten des Geschmacksinns veranlaßt.

Für den Geruchsinne ist die Frage der stereogeometrischen Beeinflussung bereits aufgeworfen worden.

TIEMANN spricht schon ¹ die Vermutung aus, daß die aktiven Verbindungen intensiver riechen als die racemischen.

FERD. TIEMANN und R. SCHMIDT sagt ²: „Die von uns angestellten Riechproben deuten darauf hin, daß die optisch aktiven Verbindungen der Terpengruppe allgemein etwas stärker als ihre racemischen Modifikationen auf die Geruchsnerven einwirken.“

Weiter sagen die Autoren ³: „Wir haben in einer früheren Mitteilung (Ber. XXIX, 694) schon einmal betont, daß die optisch aktiven organischen Verbindungen zuweilen einen besonders ausgeprägten und häufig stärkeren Geruch als die entsprechenden racemischen zeigen. Das gilt auch vom Rhodinol (l-Zitronellol), welches angenehm süßlich und rosenartig riecht



¹ Ber. XXVIII, 2117, 1895.

² „Über Homolinalol“ Ber. XXIX, 694, 1896.

³ FERD. TIEMANN und R. SCHMIDT: „Über die Verbindungen der Zitronellolreihe“ 1896, Ber. XXIX, 923.

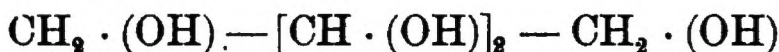
Auf alle Fälle schafft die stereogeometrische Konfiguration auch für die physiologische Qualität des Geruchsinns, wenn überhaupt wesentliche Änderungen, so doch nur bezüglich der Intensität, jedoch niemals auch bezüglich der Modalität.

Es lag daher nahe, nachzuforschen, ob nicht im Laufe der neueren Zeit dennoch Verschiedenheiten im Geschmacke enantiomorpher Verbindungen hervorgetreten seien.

Was zunächst Mannit betrifft, so ist eine Nachprüfung seines Geschmacks um so mehr angezeigt, als LOUIS KAHLENBERG¹ bei seinen Versuchen kaum einen süßen Geschmack wahrnehmen konnte.

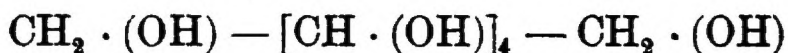
„Great interest attaches to the polyatomic alcohols. Of these ethyleneglycol having two hydroxyl groups and glycerine with three hydroxyl groups have a sweet taste that can readily be detected in strong solutions. Erythrite with four hydroxyl groups and mannite with six are practically tasteless; only in very-strong solutions were these substances found to be sweet.“

Was Erythrit (Erythroglucin, Phyzit) betrifft, so ist dieser vierwertige Alkohol



in Wasser leicht löslich und besitzt gleich allen meistwertigen Alkoholen einen deutlichen süßen Geschmack.

Mannit existiert nun,



in drei Modifikationen, die sich lediglich in den optischen Qualitäten unterscheiden: Rechts- oder d -Mannit, Links- oder l -Mannit und die Vereinigung beider, inaktiver $[\text{d} + \text{l}]$ -Mannit.

Was den d -Mannit betrifft, so ist dies der gewöhnliche Mannit, der ziemlich verbreitet im Pflanzenreiche ist, am meisten enthalten in der Manna, dem eingedickten Saft der Manna Esche (*Fraxinus ornus*), der durch Einschnitte in den Baum erhalten wird. Die Manna, welche den Juden nach ihrer Auswanderung aus Ägypten als Brot diente, fließt, (nach EHRENBURG 1823), aus den Zweigen von *Tammarix gallica* var. *manifera* EHRENB. (2. B. Moses, 16, V., 14, 21, 31; 4. B. Moses, II, V, 7.) Sie enthält nach MITSCHERLICH einen schleimigen Zucker, aber keinen

¹ LOUIS KAHLENBERG 1898: „The action of solutions on the sense of taste.“ S. 27. Bulletin of the University of Wisconsin.

Mannit. Die den Juden vom Himmel gefallene Manna rührt von der Mannaflechte her (*Sphaerothallia esculenta* NEES ab EHRENB.), die bei massenhafter Anhäufung einen wahren Manna-regen entstehen läßt.

Nun hat aber LOUIS KAHLENBERG nicht angegeben, welche von diesen drei Formen er untersucht hat, so daß man zu der Annahme gedrängt ist, daß es sich um den gewöhnlichen Mannit, also um die α -D-Form handelt. Dieser Zucker schmeckt aber gerade sehr süß, wie dies auch in der Literatur angegeben ist.

Was den α -l-Mannit betrifft, so gibt EMIL FISCHER¹ an:

„l-Mannit.“

„Der l-Mannit ist dem gewöhnlichen Mannit wiederum sehr ähnlich, löst sich sehr leicht in Wasser. Er schmeckt süß.“ Wie EMIL FISCHER ausführt, hat schon KILIANI höchstwahrscheinlich das Produkt in Händen gehabt, es aber für gewöhnlichen Mannit gehalten.

„Die Substanz“, so beschreibt KILIANI² sie, „hat schwach süßen Geschmack, besitzt also alle Eigenschaften des Mannits.“

Schließlich der inaktive Mannit, α -[d + l]-Mannit ist identisch mit dem synthetisch dargestellten α -Akrit.

Schon der erste Darsteller dieses Körpers äußert sich folgendermaßen³:

„Der Zucker, Akrose, zeigt die größte Ähnlichkeit mit den natürlichen Zuckerarten. Er schmeckt süß.“

„Das Reduktionsprodukt ist eine Verbindung von der Formel $C_6H_{14}O_6$, welche große Ähnlichkeit mit dem Mannit hat. Das Präparat ist in Wasser sehr leicht löslich und schmeckt süß. Wir halten die Substanz, welche wir Akrit nennen, vorläufig für die optisch inaktive Form des Mannits.“

Weiterhin gibt EMIL FISCHER an:

„i-Mannit (α -Akrit).“

„Der i-Mannit ist identisch mit dem α -Akrit; ich habe bei

¹ EMIL FISCHER 1890: „Synthese der Mannose und Lävulose.“ Chem. Ber. XXIII, S. 376.

EMIL FISCHER und JOSEF HIRSCHBERGER 1888: „Über Mannose“ geben nichts hinsichtlich des Geschmacks von Mannit an. Chem. Ber. XXI, 1888. „Mannit aus Mannose“.

² HEINRICH KILIANI 1887: „Über das Doppellakton der Metazuckersäure.“ Chem. Ber. XX, S. 2715.

³ EMIL FISCHER und JULIUS TAFEL: „Synthetische Versuche in der Zuckergruppe III.“ Chem. Ber. XXII, S. 100.

einem genauen Vergleich des Präparates mit dem i-Mannit keinen Unterschied bemerken können. Der letzte Zweifel an der Identität schwindet endlich durch die Verwandlung des α -Akrits in i-Mannose. Ich werde künftig für die Verbindung nur den Namen i-Mannit gebrauchen.“¹

Was nun den Zucker selbst betrifft, so ist der Geschmack von d-Mannose süß und bitter.

l-Mannose ist sehr leicht löslich, ganz rein nicht zu erhalten, aus Mangel an reinem Material ist auch die Drehung dieses Zuckers gar nicht bestimmt worden.² Er schmeckt auch süß. Der Liebenswürdigkeit von Herrn Geheimrat FISCHER habe ich eine Geschmacksprobe (3. Juli 1902) zu verdanken, wofür ich auch an dieser Stelle noch meinen Dank ausspreche. Der Geschmack ist deutlich süß, begleitet aber von einem bitteren Geschmack. Freilich ist der Zucker nicht rein erhalten, kristallisiert ist es überhaupt noch gar nicht gelungen, ihn darzustellen.

Jedenfalls würde es sehr interessant sein, den Geschmack der kristallisierten l-Mannose kennen zu lernen. i-Mannose ist ein farbloser Sirup.³

In diesem Fall ergibt sich also auch kein Geschmacksunterschied in den beiden enantiomorphen stereogeometrischen Verbindungen. Mit zwingender Notwendigkeit ist man zu der Annahme gedrängt, daß süß und bitter nicht etwa solche Eigenschaften sind wie positiv und negativ oder wie rechts und links.

Es ist CH. TANRET⁴ gelungen, die verschiedenen Arten ein und derselben Verbindung, die durch Multirotation voneinander differieren, für sich zu isolieren; die verschiedenen Modifikationen der Glykose hat er je nach dem Grade ihrer konstanten Drehung mit α -, β -, γ -Glykose bezeichnet; in der Literatur hat er gar keine Angabe über den Geschmack dieser verschiedenen Arten der Glykose gemacht. Auf eine briefliche Anfrage erhielt ich die Antwort⁵, daß der Geschmack für alle die verschiedenen

¹ EMIL FISCHER 1890: „Synthese der Mannose und Lävulose.“ Chem. Ber. XXIII, S. 384.

² Ber. XXIII, S. 373.

³ Ber. XXIII, S. 381.

⁴ CH. TANRET: Bulletin de la société chimique de Paris 1895, S. 726; 1896, S. 349.

⁵ 12. November 1901: „Quant à la saveur des sucres que j'ai étudiés, je vous répondrai qu'elle est la même pour les diverses modifications d'un sucre donné.“ Für die Liebenswürdigkeit spreche ich meinen Dank aus.

Modifikationen des einen Zuckers derselbe bleibt. Vier Jahre nach der Geschmacksprüfung der d-Mannose von E. FISCHER hatte ich nochmals Gelegenheit nehmen dürfen, das Präparat zu prüfen. An den Wandungen des Gefäßes hatten sich einige Kristalle angesetzt. Auch diese selbst hatten noch neben dem süßen zugleich den deutlich bitteren Bei- und Nachgeschmack. Das nämliche war der Fall bei der Geschmacksprüfung einiger Kristalle der l-Mannose. —

Wie ist nun der bittere Bei- und Nachgeschmack dieses Zuckers zu erklären?

Neuerdings ist es C. NEUBERG¹ gelungen, auch i-Mannose kristallisiert zu erhalten, und es war auffallend, daß der Geschmack ein rein süßer war.

„An der wässerigen Lösung der i-Mannose ist uns der süße Geschmack aufgefallen, während der von d-Mannose als zugleich bitter bezeichnet wird. Von vornherein war anzunehmen, daß diese Verschiedenheit durch eine größere Reinheit unseres Zuckers bedingt sei, indem die Formaldehydspaltung des Mannosehydrazons nach RUFF und OLLENDORFF² ein Arbeiten bei niedriger Temperatur gestattet, als das Sieden mit Wasser und Benzaldehyd. Bei höherer Temperatur entstehen aber bekanntlich leicht bitter schmeckende Produkte aus den Zuckerarten.

Immerhin war im Hinblick auf die alte Angabe von PIUTTI über den verschiedenen Geschmack der stereoisomeren Asparagine an eine Beeinflussung des Geschmacks von i-Mannose durch die Gegenwart von l-Mannose zu denken. Doch ein Versuch mit d-Mannose lehrte uns, daß bei gleicher Behandlung auch dieser Zucker seinen bitteren Beigeschmack verliert.

Wir wollen nicht unerwähnt lassen, daß wir l-Mannose nicht kristallisiert erhalten, aber angesichts der Kostbarkeit des Materials den einen darauf gerichteten Versuch nicht wiederholt haben.“

Eine Geschmacksprüfung³, die ich vorgenommen hatte (7. Dezember 1902), bewies tatsächlich, daß der bittere Geschmack dieser Präparate verschwunden war. Mir selber erschien die

¹ C. NEUBERG und P. MAYER: „Über kristallisierte i-Mannose“ 1903. *Hoppe-Seylers Zeitschr. f. phys. Chemie*, S. 545.

² OTTO RUFF und GERHARD OLLENDORFF: „Verfahren für Reindarstellung und Trennung von Zuckern.“ *Ber. XXXII*, S. 3234 (899).

³ Für die lebenswürdige Überlassung spreche ich den Herren NEUBERG und MAYER meinen Dank aus.

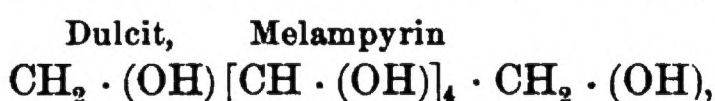
d-Mannose von EKENSTEIN zwar süß, aber der bittere Geschmack fehlte gänzlich der nach dem RUFFSchen Verfahren hergestellten d-Mannose.

Damit ist nun unstreitig bewiesen, daß auch d-Mannose hinsichtlich des Geschmackes in keinerlei Hinsicht als eine Ausnahme zu betrachten ist. Diese Erfahrung nötigt also auch nicht zur Aufstellung einer anderen Erklärung für das Zustandekommen des süßen Geschmackes, sondern ist eher geeignet, eine Nachprüfung ähnlicher vermeintlicher Ausnahmen zu veranlassen, vor allem diejenige von Asparagin.

Eine weitere Ausnahme ist hier nun noch zu erwähnen, da sie die Zuckergruppe betrifft, die Angabe der Geschmacklosigkeit des Dulcit.

„The taste of a sample of dulcite“, sagt LOUIS KAHLENBERG¹, „was pronounced to be nil even in the strongest solutions, while isodulcite and sorbite were found to be slightly sweet.“

Es ist nun aber der den Zuckern so nahestehende Alkohol



wiewohl er sich in Wasser schwerer als Mannit löst, von entschieden süßlichem Geschmack.

„Nach diesen Versuchen“, sagt GILMER², „ist eine Übereinstimmung in der Zusammensetzung, den Zersetzungsprodukten und den Verbindungen des Melampyrins und des von LAURENT „Dulcose“, von JACQUELAIN „Dulcine“, jetzt gewöhnlich „Dulcit“ genannten Körpers, der einmal im Jahre 1848 in großen Knollen unbekannter Abkunft von Madagaskar nach Paris eingeführt wurde, nicht zu verkennen. Hinsichtlich der physikalischen Eigenschaften ist kein merklicher Unterschied beider Körper zu bemerken. Beide bilden farblose durchsichtige Kristalle von schwach süßem Geschmack.“

Nun ist aber an dieser Stelle noch ein besonderer Zucker zu erwähnen, dessen abweichender Geschmack bisher in der Physiologie noch nicht hervorgehoben ist. Rhamnose verbindet nämlich mit dem süßen Geschmack zugleich den bitteren. FISCHER

¹ LOUIS KAHLENBERG 1898: „The action of solutions on the sense of taste.“ S. 27. Bulletin of the University of Wisconsin.

² Dr. LUDWIG GILMER 1862: „Über die Identität von Melampyrin und Dulcit.“ Liebigs Annal. 123. Auszug aus seiner Inaugural-Dissertation. Tübingen 1862.

sagt von dem Geschmack¹ dieses Zuckers, daß er „zwar süß aber zugleich schwach bitter schmeckt“.

Die Angaben über den Geschmack seiner Stereoisomeren sind folgende:

Isodulcit $C_6H_{14}O_6$ schmeckt² sehr süß.

Quercitrinzucker schmeckt sehr süß.

„Es ist bemerkenswert“, sagen vom Quercitrinzucker die Autoren³, „wie leicht und schön er kristallisiert. Die Kristalle krachen zwischen den Zähnen und schmecken süßer als Traubenzucker.“

Von Chinovose ist angegeben⁴: „Der Zucker (ein Sirup) hat einen süßen und zugleich etwas bitteren Geschmack, er löst sich leicht in Wasser.“

Vordem hat LIEBERMANN angegeben: „Der Zucker (HLASIWETZ' sogenannter Chinovinzucker) schmeckt süß, aber hinterher stark bitter.“⁵

Die Verschiedenheit der Substanz von den gewöhnlichen Zuckerarten, schon hinsichtlich des Geschmackes, hatte OUDEMANS veranlaßt, ihr den Namen „Chinovit“ beizulegen, ein Vorschlag, der auch von LIEBERMANN dann akzeptiert worden ist.

So gibt LIEBERMANN an:

„Chinovit. So will ich mit OUDEMANS den Chinovinzucker nennen, dessen hervorragende Bitterkeit mit dem bisherigen Namen in allzuschlechtem Einklang steht. $C_6H_{12}O_4$.“⁶

¹ Chem. Ber. XXVI, 1893, S. 2409.

² C. LIEBERMANN und O. HÖRMANN 1879: „Über die Farbstoffe und den Glykosidzucker der Gelbbeeren.“ A. 196, 299 und 323. Isodulcit $C_6H_{14}O_6$

„Auch wir beobachteten, als wir eine alkoholische Lösung des Zuckers im Exsikkator über H_2SO_4 verdunsten ließen, daß er zu einer sehr süßen, amorphen glasartigen Substanz eintrocknete.“ „In wenig Wasser gelöst erhielten wir ihn in Kristallen, die später immer sehr leicht und in vorzüglicher Ausbildung gewonnen werden konnten.“

W. WILL 1885: „Über das Naringin.“ Chem. Ber. XVIII, S. 1316. Isodulcit: „Auf diese Weise erhält man schöne, glänzende, stark süß schmeckende Kristalle.“

³ HLASIWETZ und PFAUNDLEN 1863: „Über den Quercitrinzucker.“ A. 127, S. 363.

⁴ E. FISCHER und C. LIEBERMANN 1893: „Über Chinovose und Chinovit.“ Chem. Ber. XXVI, S. 2415.

⁵ C. LIEBERMANN und T. GIESEL 1883: „Über Chinovin und Chinovsäure.“ Chem. Ber. XVI, S. 935.

⁶ C. LIEBERMANN 1884 Chem. Ber. XVII, 872 „Über die Chinovingruppe.“

Acetylchinovit $C_6H_9O(OC_2H_3O)_2$ ist geschmacklos; in Wasser unlöslich, zersetzt er sich in Chinovit und Essigsäure. „Der so erhaltene Chinovit konnte auch nach acht Monaten nicht kristallisiert erhalten werden, freilich hatte er viel von seinem bitteren Geschmack verloren.“¹

EMIL FISCHER² stellt dann schliesslich mit LIEBERMANN fest, daß der Chinovit isomer mit Rhamnose ist



Was die Glykoside dieses Zuckers betrifft, so schmeckt Methylrhamnosid nicht nur als Sirup³ bitter, sondern auch im kristallisierten Zustand bitter⁴, während alle übrigen Methylglykoside süß schmecken, wie z. B.

die α
 β Methyl-l-Glykoside $C_6H_{11}O_6 \cdot CH_3$,

die α
 β Methyl-d-Glykoside,

die α
 β Methyl-i-Glykoside.

Ebenso schmeckt

Methylglukoheptosid⁵ $C_7H_{13}O_7 \cdot CH_3$ u. a.
süß.

Hinwiederum behält auch noch das Äthylglykosid der Rhamnose den bitteren Beigeschmack bei.

„Während⁶ die Methylderivate des Traubenzuckers und d-Arabinose in reinem Zustand noch süß sind, zeigt den bitteren Geschmack die Verbindung des Äthylalkohols mit der Rhamnose.“

Vom α -Äthylglykosid⁷ $C_6H_{11}O_6 \cdot C_2H_5$ ist angegeben, daß er süß schmeckt.

Äthylrhamnosid⁸ „wurde bisher nicht kristallisiert gewonnen“, und hat „einen stark anhaltenden bitteren Geschmack“. „Man könnte vermuten“, sagt EMIL FISCHER⁹, „daß der letztere von einer Verunreinigung herrühre. Da aber schon die Rhamnose

¹ S. 875.

² Chem. Ber. XXVI, 1893, S. 2418.

³ Ber. XXVII, S. 2410.

⁴ Ber. XXVIII, S. 1159.

⁵ Ber. XXVIII, S. 1157.

⁶ EMIL FISCHER 1893. Ber. XXVI, S. 2401.

⁷ Ber. XXVIII, 1154.

⁸ EMIL FISCHER, Ber. XXVI, 2409 u. 2410.

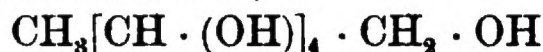
⁹ EMIL FISCHER, XXVI, S. 2401.

selbst zwar süß, aber zugleich schwach bitter schmeckt, da ferner das Rhamnosid keineswegs den Eindruck eines Gemisches macht, so glaube ich, daß die Bitterkeit der Verbindung selbst eigentümlich ist.“

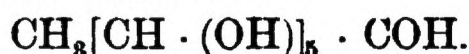
„Das Methylrhamnosid zeigt ganz genau dasselbe Verhalten.“

Um so auffallender muß aber der bittere Beigeschmack dieser Verbindungen erscheinen, da folgende Verbindungen süß schmecken.

Rhamnit¹ schmeckt süß,



Rhamnohexose² rein süß



„Die wässrige Lösung schmeckt rein süß. Sie unterscheidet sich von der Rhamnose, die wasserfreiem Sirup ist und die im kristallisierten Zustand die wasserreichere Formel $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_6$ besitzt.“

Rhamnoheptose³ süß



Sie ist ein farbloser, süß schmeckender Sirup.

Von Rhamnooctose ist der Geschmack nicht angegeben. Ebenso schmecken die entsprechenden Stereoisomeren rein süß.

Alkohol	Rhamnit rein süß	Arabit süß
	süß und bitter:	süß:
Zucker	Rhamnose $\text{CH}_3 \cdot [\text{CH}(\text{OH})]_4 \cdot \text{COH}$ $= \text{CH}_3 \cdot \text{C}_5\text{H}_9\text{O}_5$	Methylarabinosid $\text{CH}_3 \cdot \text{C}_5\text{H}_9\text{O}_5$
	Methylrhamnosid $\text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{C}_5\text{H}_9\text{O}_5$	Äthylarabinosid $\text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{C}_5\text{H}_9\text{O}_5$
Glucoside	Äthylrhamnosid $\text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{C}_5\text{H}_9\text{O}_5$	Propylarabinosid
	Rhamnohexose rein süß $\text{CH}_3 \cdot [\text{CH}(\text{OH})]_5 \cdot \text{COH}$	Methylglukoheptosid süß $\text{CH}_3 \cdot \text{C}_{17}\text{H}_{13}\text{O}_7$

¹ Ber. XXIII, 1890, 3103: „Über C-reichere Zuckerarten aus Rhamnose.“

² S. 3106.

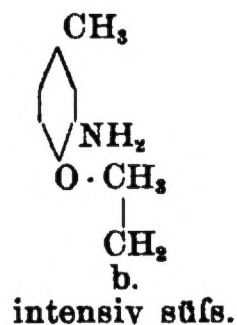
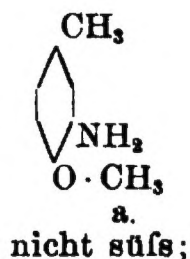
³ S. 3107.

Freilich Acetonrhamnosid¹ schmeckt bitter. Aber auch Glukosediäceton schmeckt bitter und Fruktosediäceton.²

Die bei dem Beispiel der d-Mannose gemachten Erfahrungen haben gelehrt, daß der bittere Geschmack sich mit der Reinheit der Zuckers verliert. Es ist vielleicht nicht ganz ausgeschlossen, daß sich auch diese wenigen Ausnahmefälle später auf diese Weise erklären lassen können.

Allein der Verschiedenheit im Geschmack einer Verbindung gegenüber ihrem Methyl-Derivat reiht sich noch eine weitere ähnliche Beobachtung an.

Der Liebenswürdigkeit von H. Geh. EHRlich in Frankfurt a. M. habe ich die Kenntnis und eine Geschmacksprobe (31. März 1903) von zwei ganz neuen Verbindungen zu verdanken, die H. Dr. chem. ARTHUR WEINBERG in Frankfurt a. M. dargestellt hat. Ich nehme auch hier Gelegenheit, diesen Herren meinen ehrerbietigsten Dank auszusprechen. Diese Präparate sind Amidokresoläther. Der Methyläther schmeckt gar nicht süß, ist geschmacklos, während der entsprechende Äthyläther intensiv süß schmeckt.



Worauf diese Eigentümlichkeit zu beziehen ist, läßt sich schon aus dem Grunde nicht beurteilen, da über die physikalischen Eigenschaften, zumal über die Löslichkeitsverhältnisse beider Körper noch nichts bekannt ist. EHRlich ist aber geneigt, den süßen Geschmack auf die Gegenwart der Äthylgruppe in Molekül zu beziehen. Er findet eine Stütze dieser Annahme in der Tatsache, daß



¹ Ber. XXVIII, S. 1163.

² EMIL FISCHER 1895. Ber. XXVIII, S. 1145. „Über die Verbindungen der Zucker mit Alkoholen und Ketonen.“

Methoxy-Phenyl- $\overset{+}{U}$ geschmacklos, aber
(Anisol-Carbomid CH_3)

Äthoxy-Phenyl- $\overset{+}{U}$ von süßem Geschmack ist.
(p. Phenetyl-Carbamid, C_6H_5)

Es ist also

$\text{C}_6\text{H}_5 - \text{NH} - \text{CO} - \text{NH}_2$ geschmacklos,
 $\text{CH}_3 \cdot \text{O} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 - \text{NH} - \text{CO} - \text{NH}_2$ geschmacklos,
p. $\text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{O} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 - \text{NH} - \text{CO} - \text{NH}_2$ von süßem Geschmack.

Daher nimmt EHRLICH¹ an, daß der süße Geschmack überhaupt auf eine Funktion der Äthylgruppe zurückzuführen ist. Wie in vielen Beispielen die Äthylgruppe in chemischen Verbindungen durch eine physiologische Wirkung, speziell durch eine pharmakologische Beeinflussung des zentralen Nervensystems bevorzugt ist, soll sich hierin auch die Wirkung auf die peripheren Nervenendigungen der Zunge kund tun.

„Wir werden wohl nicht fehl gehen“, sagt EHRLICH, „wenn wir annehmen, daß die Äthylgruppe in einem gewissen Konnex zum Nervensystem treten muß.“

Allein die bisherigen auf diesem Gebiete gesammelten Erfahrungen haben niemals einen regelmäßigen Unterschied im Geschmack der Äthylverbindungen im Vergleich zu den ähnlichen Verbindungen ergeben; im Gegenteil, es war regelmäßig beiden Reihen stets die nämliche Geschmacksqualität zu eigen, sogar dermaßen, daß diese wenigen Beispiele als höchst seltene und seltsame Ausnahmen zu gelten haben und wegen ihrer beispiellosen Erscheinung sogar aufs höchste auffallend erscheinen müssen. Um so befremdender muß aber diese ihre Ausnahmestellung von der Regel angesehen werden, als dem süßen Geschmacke der einen Verbindung die völlige Geschmacklosigkeit der verwandten Verbindung gegenübersteht. Die bisherigen Beobachtungen haben stets zu der Erfahrung geführt, daß geringfügige Änderungen im Chemismus einer süß schmeckenden Verbindung gerade die diametral entgegengesetzte Qualität bedingen,

¹ P. EHRLICH: „Über die Beziehungen von chemischer Konstitution, Verteilung und pharmakologischer Wirkung.“ Vortrag im Verein für innere Medizin 12. Dezember 1898.

die bittere. Wenn auch die süße und die bittere Geschmacksqualität nicht polare Eigenschaften darstellen, so steht doch dem süßenden Prinzip im Objekt das den bitteren Geschmack verursachende Prinzip in dem Objekt der chemischen Materie gegenüber; in dem Objekt entsprechen diese beiden Modalitäten einander ebenso, und liegen die Prinzipien in demselben Maße nahe bei einander, wie die subjektiven Empfindungen der diametral entgegengesetzten Geschmäcke: süß und bitter voneinander entfernt liegen. Aus diesem Grunde kann schon der Gegenüberstellung einer Substanz von süßem Geschmack mit einer anderen, deren Geschmack vollständig beseitigt ist, weniger das fragliche Moment hervortreten lassen als der Vergleich der süß schmeckenden mit der entsprechenden Verbindung von bitterem Geschmack. Aus diesem Grunde ist auch die Gegenüberstellung des süßen Geschmackes der einen aktiven Form von Asparagin und der anderen Form bei gleichzeitiger Annahme der Geschmacklosigkeit weniger beweisend, als vielmehr auffallend geradezu und im Gegenteil zu weiterer Nachprüfung eher auffordernd.

Ferner hat sich aber auch aus den Betrachtungen über die Beziehungen des Geschmackes mit dem stereogeometrischen Bau des Moleküls ergeben, daß sich die Einwirkung einer Verbindung auf die Geschmacksnerven sogar prinzipiell verschieden zeigen kann von der allgemeinen somatodynamen Wirkung, von dem Verhalten in Beziehung auf den Stoffwechsel oder sonstige physiologische und pharmakologische Reaktionen.

Die Schlussfolgerung EHRLICHs fordert zu einer Betrachtung der Beziehungen des Chemismus zur sinnlichen Geschmacksempfindung einerseits und zur somatodynamen Wirkung andererseits auf, wenn hiermit die allgemeinste Bezeichnung für irgend eine Wirkung auf unseren Organismus, im weitesten Sinne, in bezug auf Stoffwechsel, physiologische oder pharmakologische, toxische Beeinflussung gegeben werden kann. Zusammenhang von chemischer Konstitution und Geschmack einerseits, speziell süßen Geschmack, andererseits derjenige von Chemismus und somatodynamer Wirkung sind durchaus nicht identisch, gehen nicht einmal parallel einher. Deshalb kann auch nicht die Wirkung des adäquaten Reizes auf das Sinnesorgan des Geschmackes einfach als chemische Reaktion aufgefaßt werden. Der Schluß, den EHRLICH zieht, darf daher bezweifelt werden.

Ich wenigstens glaube auch noch, aus den Tatsachen den entgegengesetzten Schluss ziehen zu müssen.

Im allgemeinen sind es gerade die indifferenten, chemisch- und physiologisch-neutralen Körper, die den süßen Geschmack besitzen. Erlangen die Verbindungen in chemischer oder in physiologischer Hinsicht durch verhältnismäßig nur geringfügige Veränderungen einen ausgeprägten Charakter, so verlieren sie damit gewöhnlich den süßen Geschmack. Ja, Gifte und spezielle Nervengifte, sowie die Heilmittel von entschiedener Wirkung, besitzen meist den diametral entgegengesetzten, den bitteren Geschmack.

Kennt doch jeder ärztliche Praktiker zur Genüge die nicht geringen Schwierigkeiten, die lediglich wegen des Geschmackes der Heilmittel zu überwinden sind, und die geschickten Kunstgriffe, die erforderlich sind, die Arzneien selbst dem intelligentesten Kranken beizubringen. Nicht nur in der Kinderpraxis spielt daher die Anwendung der Geschmackskorrigentien eine große Rolle, sondern sogar in der Veterinärmedizin. Die Heilmittel erregen eben so ausnahmslos einen oder selbst mehrere höchst unangenehme Geschmacksempfindungen, daß die Möglichkeit des Naschens von Arznei seitens der Kinder¹ oder genäscher Haustiere, wie z. B. der Katze, nicht nur jedem ausgeschlossen, sondern geradezu lächerlich erscheinen muß. Wenn dem Geschmack der neueren Arzneimitteln, die die moderne rührige Industrie tagtäglich so reichlich auf den Markt bringt, der Euphemismus der Chemiker die stereotype Empfehlung gibt, „das neue Mittel sei fast geschmacklos“, so fordert dieser Optimismus der Produzenten in demselben Maße wie die Feinheit, die der Geschmackssinn sich selbst in Krankheiten noch bewahrt, die Bewunderung der ärztlichen Praktiker heraus. Süße Gifte, selbst geschmacklose Gifte gehören zu den größten Seltenheiten. Von den Nahrungs- und Genußmitteln ist es sogar auffallend,

¹ Die Warnung, die Dr. FEER-Basel gibt, ist gewiß recht selten. (Zur Bromoformbehandlung des Keuchhustens. — Von Dr. FEER-Basel. — Korresp.-Bl. für Schweizer Ärzte 19—99. Den Angehörigen muß dringend eingeschärft werden, das Bromoform außerhalb des Bereichs der Kinder wohlverschlossen aufzubewahren. Es ereignet sich nämlich nicht selten, daß die Kinder das Mittel seines starken, süßen Geruchs wegen sehr lieben und davon zu naschen suchen. Fast sämtliche Intoxikationen sind durch Naschen entstanden.

dafs die drei Klassen Eiweifs, Fett und Amylum gänzlich des Geschmacks entbehren, um so mehr, als sämtliche drei Reihen je einen Süsstoff im Molekül beherbergen, der verhältnismäfsig schnell durch den Stoffwechsel entbunden wird, nämlich nebst Zucker die süfsen Amidosäuren einmal, sowie Ölsüfs und schliesslich Muskelzucker.

Am eklatantesten tritt das Verhältniss von chemischer Konstitution zur Einwirkung auf das Sinnesorgan des Geschmacks einerseits, auf den übrigen Körper andererseits, wohl bei der Betrachtung der α -, β -, γ -Aminobuttersäuren hervor. Ich hatte ihren Geschmack geprüft und ihre Wirkung¹, die mich zu der Annahme führte, dafs die β -Aminobuttersäure die Giftwirkung des Coma diabeticum bedinge. Zudem sind sie die einzigen entsprechenden Reihen, deren sämtliche Glieder verhältnismäfsig leicht darzustellen sind, so dafs ihre vollständige Vergleichung in beiden Beziehungen ermöglicht wurde.

Die Verschiedenheit des Geschmacks der drei Säuren war so auffallend, dafs dieses Beispiel gerade Veranlassung zu den Betrachtungen über Geschmack und Chemismus gab.²

In bezug auf ihren Geschmack äufserte sich später EMIL FISCHER:³

„Süfs⁴ schmecken alle von mir geprüften einfachen α -Aminosäuren der aliphatischen Reihe (vgl. W. STERNBERG, Chem. Zentralblatt 1899, 2, S. 58). Kostet man die festen Substanzen, so ist die Empfindung, wie leicht begreiflich, schwächer bei den schweren löslichen Produkten. Bekannt ist der süsse Geschmack beim Glykokoll, Alanin, Leucin. Ich führe dann weiter noch als von mir geprüft an: Synthetische α -Aminobuttersäure . . .“

„Bei den β -Aminosäuren tritt der süsse Geschmack zurück; denn die β -Aminobuttersäure ist fast geschmacklos.“

„Die einzige γ -Aminosäure, die mir zur Verfügung stand, die γ -Aminobuttersäure, ist gar nicht mehr süfs, sondern hat nur einen schwachen, faden Geschmack.“

¹ „Chemisches und Experimentelles zur Lehre vom Coma diabeticum.“ *Zeitschr. f. klin. Medizin* 1899, S. 75 ff. u. 83.

² 1898: „Beziehungen zwischen dem chemischen Baue der süfs und bitter schmeckenden Substanzen und ihrer Eigenschaft zu schmecken.“ S. 467. *Engelmanns Archiv für Physiologie*.

³ EMIL FISCHER 1902. Chem. Ber. XXXV.

⁴ EMIL FISCHER 1902: „Über eine neue Aminosäure aus Leim.“ Ber. d. deutschen chemischen Gesellschaft XXXV, S. 2660.

Nach meinen Geschmacksprüfungen ist der Geschmack der
 α -Aminobuttersäure süß¹,
 β -Aminobuttersäure bitter,
 γ -Aminobuttersäure ist aber geschmacklos.

In bezug auf die physiologische Wirkung dieser Säuren ergaben die experimentellen Untersuchungen folgendes:

Die Partialcharaktere kommen im Molekül der β -Amidobuttersäure zur Wirkung, den beiden entgegengesetzten Atomkomplexen im Molekül kommen die beiden entgegengesetzten physiologischen Wirkungen zu: nämlich der stark elektropositiven, stark basischen, Amidogruppe die exzitierende Wirkung des Respirationszentrums, während die elektronegative, saure, Gruppe der Buttersäure ihre ursprüngliche narkotische Wirkung beibehält.

Diese Kombination der entgegengesetzten physiologischen Wirkungen, hervorgebracht durch die entgegengesetzten Atomkomplexe, kann nicht bei allen Amidobuttersäuren eintreten, sondern muß gerade auf die β -Amidobuttersäure allein beschränkt bleiben; nicht die Anwesenheit der beiden Atomgruppen an sich ist es, die genügt, sondern die ganz bestimmte geometrische Lage derselben zu einander ist dazu erforderlich.

In der α -Stellung CH_3 stehen die beiden Gruppen

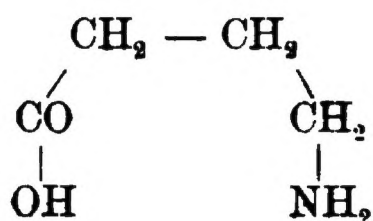
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH} - (\text{NH}_2) \\ | \\ \text{COH} \end{array}$$

zu nahe aneinander, um ihre Selbständigkeit in der physiologischen Wirkung hervortreten zu lassen; sie heben sich gegenseitig auf, was sich durch den süßen Geschmack offenbart. Das Prinzip der süßenden Eigenschaft aller süßenden Substanzen beruht, wie ich annehme, auf diesem Ausgleich der entgegengesetzten Gruppen; das ist der Grund, warum die Süßmittel sämtlich die entgegengesetzten Gruppen in der vicinalen ν -Stellung, also in der o - bzw. α -Stellung haben.

Umgekehrt kann man aus dem süßen Geschmack auf einen gewissen Ausgleich schließen, so daß die Annahme des physiologischen Ausgleiches der einander sehr nahestehenden Gruppen wahrscheinlich ist.

¹ ENGELMANN'S Archiv 1898 und 1899. *Zeitschr. f. klin. Medizin.*

Auch in der γ -Amidobuttersäure



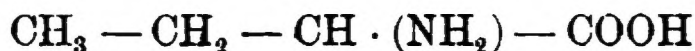
$\gamma \cdot (\text{NH}_2) \cdot \text{IV}.$

stehen die Gruppen noch sehr nahe, wie die geometrische Betrachtung des Moleküls ergibt, und die Leichtigkeit beweist, mit der die Laktonbildung vor sich geht.

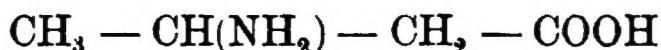
Erst in der β -Stellung sind die beiden Atomgruppen meist möglich entfernt räumlich, so daß sie, gegenseitig am wenigsten durcheinander beeinflusst, ihre physiologischen Einzelwirkungen zur Entfaltung bringen können; also allein der β -Amidobuttersäure muß diese typische physiologische Wirkung vorbehalten sein.

Somit ist also

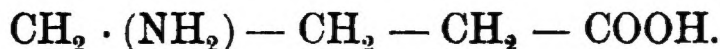
α -Aminobuttersäure ungiftig und schmeckt süß,



β -Aminobuttersäure hingegen giftig und schmeckt bitter, wie alle Gifte,



γ -Aminobuttersäure ungiftig und geschmacklos



Während die in der α - und γ -Stellung amidierten Buttersäuren ungiftig sind, ist gerade die β -Stellung derart ausgezeichnet, daß die β -amidierte Fettsäure der vierten Reihe ein dem Coma diabeticum ähnliches Symptomenbild hervorruft. Von allen Amidobuttersäuren ist also nur die eine giftig, in der die beiden ebenso in chemischer wie physiologischer Hinsicht diametral entgegengesetzten Gruppen am weitesten räumlich voneinander entfernt sind und demzufolge am wenigsten ihre Funktionen gegenseitig beeinflussen können.

Ungiftig sind die beiden anderen Säuren, in deren Molekül die Gruppen einander recht nahe stehen: die α - und auch die γ -amidierte Säure. Von diesen beiden ungiftigen Verbindungen schmeckt jedoch nur eine einzige, die α -Form süß, also diejenige Form, die im Molekül die beiden Gruppen räumlich am

allernächsten enthält. Im Molekül der γ -Amidobuttersäure ist die Stellung der entgegengesetzten Gruppen immerhin noch eine nahe, so nahe, daß sie sich gegenseitig dermaßen beeinflussen, um die physiologische selbständige Beeinflussung der Gruppen auf den Organismus ausschließen zu können. Dennoch reicht dieser gegenseitige Einfluß noch nicht hin, um den süßen Geschmack zu bedingen.

Der Chemismus für die somatodynamen Wirkungen d. h. für die Wirkung auf das Sinnesorgan des Geschmacks und für die Wirkung auf den Organismus ist also durchaus nicht identisch. Zum Zustandekommen des süßen Geschmacks müssen die Teile im Molekül räumlich möglichst nahe einander genähert sein. Daher sind es gerade die in chemischer und physiologischer Hinsicht indifferenten Körper, die den süßen Geschmack besitzen. Gerade umgekehrt müssen zum Zustandekommen einer physiologisch-pharmakologischen Wirkung die Teile im Molekül räumlich möglichst weit voneinander entfernt sein. Die die Doppelnatur bedingenden Teile von ganz entgegengesetztem Charakter besitzen alle Aminosäuren; das ist der Grund dafür, daß diese Säuren die einzigen Säuren sind, die nicht mehr sauer schmecken. Allein diese Doppelnatur, welche allen süß schmeckenden Verbindungen eigen ist, ist wohl eine, aber nicht die einzige Bedingung zum Zustandekommen des süßen Geschmacks. Daher schmecken von den Aminosäuren nur die α -Formen süß; selbst Methylaminobuttersäure schmeckt noch süß.

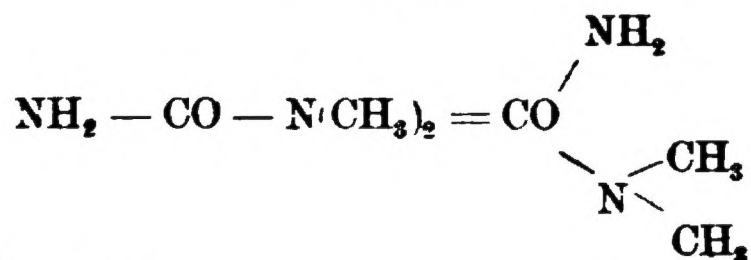
Es läßt daher der süße Geschmack einer Verbindung, meines Erachtens, die EHRLICHsche Erklärung gar nicht zu. Die Eigenschaft des süßen Geschmacks einer chemischen Verbindung und jede pharmakologische Wirkung, speziell auf das Nervensystem, schließen sich sogar gewöhnlich aus. Darum kann man aus dem süßen Geschmack einer chemischen Verbindung meist sogar den entgegengesetzten Schluß ziehen, nämlich den, daß dieser chemischen Verbindung auch eine gewisse physiologische Indifferenz eigen ist.

Es enthält nun vollends die Reihe der Harnstoffkörper, die EHRLICH zum Vergleich heranzieht, auch noch einen Süßstoff, sogar von hervorragender Süßkraft, in dem die Äthylgruppen vollständig fehlen, hingegen die Methylgruppen mehrfach vertreten sind.

\bar{U} , zunächst einmal selber, ist nicht geschmacklos, wie oft angegeben wird, sondern schmeckt deutlich bitter,

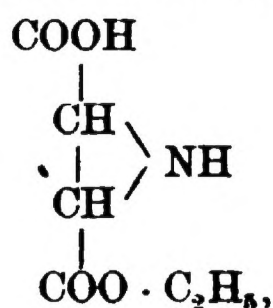


aber $\alpha - \alpha$ Dimethylharnstoff ¹

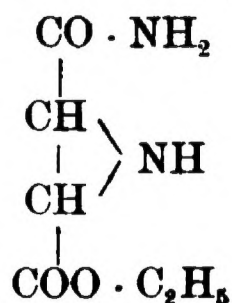


schmeckt sehr süß.

Imido-Bernsteinsäure-Ester schmeckt bitter



während Imido-Succinaminsäure-Äthylester



süß schmeckt. Während die einmalige Methylierung diesen süßen Geschmack nicht zum Verschwinden bringt, führt die Äthylierung die Geschmacklosigkeit herbei.

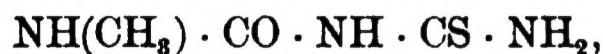
Erwähnung dürfen hier noch folgende Körper finden:

Biuret-Allophansäure-Amid

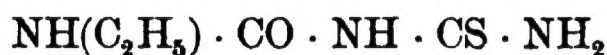


schmeckt bitter,

Methylthiobiuret intensiv bitter



α -Äthylthiobiuret schmeckt intensiv bitter

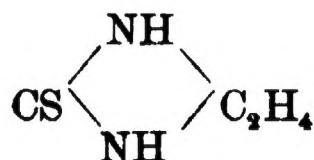


¹ Recueil des travaux chimiques des Pays Bas.

α -Methyldithiobiuret

intensiv bitter.

Äthylenthioharnstoff



schmeckt äußerst bitter.

Gerade diese Reihen der N-haltigen Süßstoffe, die ich als die dritte Gruppe aller Süßmittel aufgeführt habe, bedürfen jedenfalls noch so sehr der Vervollständigung, daß ein endgültiges Urteil über die Bedingungen der Geschmacksqualität schwerlich abzugeben ist.

Die Beispiele der Angaben des Geschmacks von Mannose, Rhamnose, der Amidokresol-Äther zeigen sehr deutlich, wie eine Verallgemeinerung in dieser Beziehung leicht zu Irrtümern führen kann. Andererseits sind sie aber auch gerade geeignet, anzudeuten, wie förderlich eine möglichst genaue und allgemeine Vervollständigung der Sammlung aller speziellen Verbindungen ist, die einen adäquaten Reiz auf das Sinnesorgan des Geschmacks ausüben, wie unbedingt nötig dieselbe zur Gewinnung allgemeiner Gesichtspunkte ist. Bei der immerhin begrenzten Zahl der süß schmeckenden Verbindungen muß gerade diese Gruppe am leichtesten in dieser Hinsicht vollkommen zu vervollständigen sein.

Deshalb dürfte sich am ehesten aus einer solchen Zusammenstellung aller mit dem süßen Geschmack begabten Verbindungen die Lösung einer der ersten fundamentalsten Fragen auf dem Gebiete der Physiologie des chemischen Sinnes ergeben, nämlich die Antwort auf die Frage nach dem schmeckenden Prinzip in den chemischen Verbindungen.

(Eingegangen am 7. Januar 1904.)