

Stärke – der sechste Geschmack?

M. Spitzer, Ulm

Schon vor gut 16 Jahren wurde an dieser Stelle darüber berichtet, dass die Menschen mit ihrem Geschmackssinn mehr als nur vier Qualitäten – süß, sauer, salzig und bitter – wahrnehmen können, nämlich auch eine fünfte Qualität, die auf den Namen *umami* hört, schlicht und einfach gut schmeckt („umami“ ist japanisch und hat die Bedeutung „es schmeckt gut“) und die das Vorhandensein der Aminosäure Glutamin (und damit von Proteinen) anzeigt (10). Diese fünf Geschmacksqualitäten sind im Tierreich weit verbreitet, wie Verhaltensstudien und (neuerdings) Studien zur Biochemie der Rezeptoren zeigen (5). Nun haben Wissenschaftler von der Abteilung Food Science and Technology an der Oregon State University in den USA durch clevere Experimente herausgefunden, dass Menschen auch etwas schmecken können, von dem wir bisher alle gelernt und geglaubt haben, dass wir es *nicht* können, nämlich Stärke.

Menschen können auch etwas schmecken, von dem wir geglaubt haben, dass wir es nicht können, nämlich Stärke.

Erinnern wir uns kurz an die Biochemievorlesung: Stärke ist wie sehr viele Moleküle ein Polymer, d. h. ein aus vielen identischen oder fast identischen kleineren Molekülen aufgebautes großes Molekül. Die Wissenschaft von solchen Molekülen ist Teil der Chemie und brummt seit Jahrzehnten immer heftiger (9). Denkt der Laie beim Thema Polymere vielleicht einfach nur an „Plastik“ – Polyäthylen oder Polyurethan – so weiß der Fachmann, dass Polymere überall und nicht zuletzt überall in unserem Körper vorkommen, sind doch Proteine (und damit auch unsere Muskeln

und unser Bindegewebe) und Nukleinsäuren (und damit unser Erbgut) ebenfalls Polymere.

Wenn ein Molekül nur aus wenigen Bausteinen besteht, spricht man von einem Oligomer, wobei die Grenze nicht ganz klar ist: Sie liegt so irgendwo zwischen zehn und zwanzig Bausteinen, ab denen man von einem Polymer spricht. Sind es nur zwei, spricht man von Dimer, und auch ein Baustein – sofern man ihn unter dem Aspekt seiner Bausteinhaftigkeit betrachtet – hat einen Namen: Monomer. Bei Stärke kann es sich um ein aus Millionen von Bausteinen zusammengesetztes Polymer handeln oder auch nur um ein Oligomer mit wenigen Bausteinen.

Mit der Nahrung aufgenommene Kohlehydrate sind entweder Stärke-Oligo- oder Stärke-Polymere oder deren Bausteine, nämlich die verschiedenen Arten von Zucker: Glukose (Traubenzucker), Galaktose (Milchzucker) oder Fruktose (Fruchtzucker). Das Dimer aus den beiden Zuckebausteinen Glukose und Fruktose heißt Saccharose, zu Deutsch Rohr- oder Rübenzucker. All diese Stoffe schmecken, das weiß jedes Kind, süß – daher sprechen wir auch in all diesen Fällen schlicht von Zucker. Und aus evolutionärer Sicht ist es sinnvoll, dass Menschen Zucker süß finden und ihn gerne essen, denn wer sich vor hunderttausend Jahren bei Süßem eher angeekelt fühlte, hatte bei der nächsten Hungersnot schlechtere Karten und gehört gewiss nicht zu unseren Vorfahren.

Und aus evolutionärer Sicht ist es sinnvoll, dass Menschen Zucker süß finden und ihn gerne essen.

Und warum schmeckt dann Stärke nicht auch süß? – könnte der geneigte Leser jetzt mit Recht fragen. Denn zum einen besteht Stärke ja aus nichts weiter als aus Zucker. Wenn also die Bausteine süß sind, warum schmeckt dann das ganze Bauwerk nach nichts, oder zumindest nicht süß? Und vor allem: Wenn wir uns von solchen Bauwerken – den Stärkemolekülen – zu einem

ganz wesentlichen Teil ernähren (in Brot, Kuchen, Plätzchen, Kartoffeln, Nudeln, Spätzle und vielem anderen, was in der Kantine zuweilen unter dem wenig schmeichelhaften Begriff der „Sättigungsbeilage“ zu finden ist) – warum haben wir dann keinen Geschmackssinn für sie?

Bis zum 23. August 2016 lautete die Antwort darauf etwa so: In unserem Speichel befindet sich ein Enzym, die Amylase, welches Stärke in die Zuckerbausteine spaltet. Wenn man also nur lange genug auf seinem trockenen Brötchen herumkaut, dann schmeckt es süß! Und das muss eben reichen, um uns die Stärke schmackhaft zu machen. Zudem ist das Molekül einfach zu groß, um an die üblichen für alle fünf genannten primären Geschmäcker bekannten Rezeptoren anzudocken. Daher *kann Stärke gar nicht schmecken* – so dachte man sich das.

Am genannten Tag erschien jedoch in der Zeitschrift *Chemical Senses* eine Studie, in der durch einfache Experimente zur Geschmackswahrnehmung beim Menschen gezeigt wurde, dass auch Stärke einen Geschmack haben kann, nämlich dann, wenn es sich um Oligomere handelt. Das Besondere an der Studie war zunächst einmal, dass nicht irgendeine Stärke verwendet wurde. Vielmehr trennte man zunächst Stärke auf in Oligomere mit durchschnittlich sieben Bausteinen, solche mit durchschnittlich 14 Bausteinen und Polymere mit durchschnittlich 44 Bausteinen. Aus diesen drei Stärkesorten machte man dann 6%ige und 8%ige wässrige Lösungen und verwendete diese für den Geschmackstest. Diese Konzentrationen erwiesen sich als gering genug, um die Viskosität der Lösung nicht zu ändern. Destilliertes Wasser diente als Kontrolle. Um zu verhindern, dass die Amylase im Speichel beim Test die Stärke aufbricht, Zucker produziert und damit einen Geschmack, wurde allen Lösungen der Amylasehemmer Acarbose (5 millimolar) beigefügt, der selbst keinen Geschmack hat.

Insgesamt 22 Probanden (je 11 Männer und Frauen im Alter zwischen 18 und 45

Nervenheilkunde 2016; 35: 875–877

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Dr. Manfred Spitzer, Universitätsklinikum Ulm
Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie III
Leimgrubenweg 12, 89075 Ulm

Jahren, alle Nichtraucher) wurden an jeweils zwei unterschiedlichen Tagen mit den 6%igen oder 8%igen Lösungen einzeln in einem psychologischen Testraum untersucht. Ein Nasenclip verhinderte, dass der Geruchssinn mit ins Spiel kommen konnte und jeweils 5 ml Testlösung wurden in randomisierter Reihenfolge mehrfach auf ihren Geschmack hin beurteilt. Dazwischen war der Mund jeweils auszuspülen (liest man die ganze Prozedur, muss man schmunzeln). Berechnet wurde aus den zahlreichen einzelnen Proben jeweils die Detektierbarkeit (d') – ein Maß aus der Informationstheorie, welches angibt, ob ein Effekt (trotz Hintergrundrauschen) vorliegt oder nicht.

Es ergab sich, dass die beiden Oligomere von destilliertem Wasser unterschieden werden konnten, bei 8%iger Lösung besser als bei 6%iger. Die Detektion war also dosisabhängig. Das Polymer hingegen wurde nicht unterschieden.

Nun könnte es sein, dass es hierfür eine ganz triviale Erklärung gibt: Jedes Zucker- oder Stärkemolekül hat genau ein reduzierendes Ende, von dem man annehmen könnte, dass es mit irgendeinem Rezeptor interagieren könnte. Je kürzer die Kette, desto mehr solcher Enden kommen in Lösungen vor, die auf Gewichtsbasis vergleichbar sind. Die langen Polymere könnten mithin für ihre Größe und ihr Gewicht um ein Mehrfaches schlechter mit dem Rezeptor interagieren und aus diesem Grunde nicht geschmeckt werden. Um dieses Problem zu lösen, wurden äquimolare Lösungen (75 mM) hergestellt, die im Fall des 7-kettigen Oligomers wieder 8%ig war, beim 14-kettigen 17%ig und beim 44-kettigen Polymer 54%ig. Da dies zu einer deutlich höheren Viskosität der Testflüssigkeit führte, wurden die Vergleichslösungen (destilliertes Wasser und Acarbose) mit Methylzellulose (geschmacklos) so ergänzt, dass sie sich im Hinblick auf ihre Viskosität nicht vom Verum unterschieden. Zudem wurden die Lösungen alle mit einem Wattestäbchen auf die Zunge appliziert.

Wieder zeigte sich (an einer zweiten Gruppe von 26 Probanden, acht weiblich, zwischen 25 und 33 Jahren), dass die Oligomere detektiert wurden, das Polymer hingegen nicht.

Nun könnte es ja sein, dass man die Stärke-Oligomere über den (bekannten) Rezeptor für die Qualität süß wahrnimmt. Um dies zu untersuchen, wurde ein weiteres Experiment durchgeführt, bei dem drei bekannte Stimulatoren des Süßrezeptors – Traubenzucker (Glukose), Malzzucker (Maltose, ein Dimer) und der Süßstoff Sucralose (E955, 600-mal süßer als Zucker) – zusätzlich zu den beiden wahrnehmbaren Stärke-Oligomeren zum Einsatz kamen. Die fünf Lösungen wurden geschmacklich mit jeweils der gleichen Lösung verglichen, die zusätzlich noch den Süßrezeptorblocker Lactisole enthielt. Die drei süßen Lösungen sollten mit Lactisol nicht süß schmecken, und die Frage war, ob der Blocker auch die Wahrnehmung von Stärke blockiert. Wie das an 25 Probanden (17 weiblich, 18 bis 41 Jahre alt) mit Nasenclip gewonnene Ergebnis zeigte, blockierte Lactisol die Detektierbarkeit der drei süßen Stoffe, nicht jedoch der beiden Stärke-Oligomere. Daraus lässt sich ableiten, dass Stärke nicht über den Süßrezeptor wahrgenommen wird.

■ Und wie schmeckt Stärke nun?

Und wie schmeckt Stärke nun? – Um dies herauszufinden, hatte man die Probanden zwar schon gefragt und auch einige Antworten erhalten: „wie Brot“, „wie Müsli“, „wie Cracker“ oder „wie Reis“. Mit solch anekdotischer Evidenz begnügten sich die Autoren keineswegs und führten eine weitere Studie mit einer „Fokusgruppe“ aus sieben Personen (sechs weiblich, mittleres Alter: 28 Jahre) durch. Alle erhielten drei etwa gleich stark schmeckende Lösungen von ganz normalem Zucker (Saccharose), Süßstoff (Sucralose) und der 14-kettigen Stärke und sollten sich dann in einem iterativen Prozess auf ein (einziges) beschreibendes Wort für den Geschmack jeder der drei Lösungen einigen. Dem Leser sei der Wortlaut der Prozedur nicht vorenthalten:

„Subjects were asked to taste the stimuli by swabbing across the tip of the tongue with nose clips on. They were unaware of the identity of the stimuli. They were encouraged to re-taste the stimuli as often as needed. During the initial round, each subject was asked to verbally describe the taste qualities perceived from each stimulus. The

moderator kept notes on a white board so everyone could see other subjects' descriptors. Then, as a group, the subjects were asked to consolidate terms that were similar in meaning and they were eventually asked to come up with a one-word descriptor that best describes the taste of each stimulus. Subjects were given equal opportunity to express their perceptions at every stage of the group session, during which participants were selected in random order to share their opinions“ (4, S. 5).

Für die beiden süßen Lösungen lautete das Ergebnis – „sweet“. Und für die Stärke-Oligomer-Lösung: „starchy“, was dann noch mit Kommentaren wie „Mais“, „Brot“ oder „Nudeln“ versehen wurde. Hier hinterlässt die Lektüre des ansonsten sehr ausführlich geschriebenen Papers leider einen eher mageren Eindruck.

In einem letzten Experiment zur Psychophysik des Geschmacks (20 Probanden, 13 weiblich, Durchschnittsalter 25 Jahre) wurden schließlich noch Dosis-Wirkungskurven bestimmt, die für Stärke-Oligomere, bezogen auf das Molekulargewicht, nicht anders aussahen als für Glukose.

In insgesamt fünf Experimenten wurde damit recht gut etabliert, dass Menschen – entgegen früherer Vermutung – tatsächlich Stärke geschmacklich wahrnehmen können; zwar nicht die ganz großen Moleküle, aber immerhin kleinere Oligomere. Dies passt nicht nur zu dem bekannten Befund, dass man eine Sensibilität für Stärke auch bei Ratten gefunden hat, wenn auch hier die Amylase nicht blockiert und damit der Effekt auch auf das Konto beim Kauen in Zucker umgewandelter Stärke gehen könnte.

Dass wir geschmacklich nicht nur auf Zucker, sondern auch auf Stärke reagieren, ist aus evolutionärer Sicht einleuchtend.

Dass wir geschmacklich nicht nur auf Zucker, sondern auch auf Stärke reagieren, ist aus evolutionärer Sicht unmittelbar einleuchtend – man wundert sich eigentlich eher, dass man dem bislang noch nicht besser nachgegangen ist. Dass wir dabei auf kleinere Stärkemoleküle beschränkt sind, wird durch die Amylase ausgeglichen, die Stärke nicht nur zu Zuckerbausteinen vollständig zerlegt, sondern sie auch in kleine-

re Stärkemoleküle zerbricht. Die Tatsache, dass die Wahrnehmung von Stärke-Oligomeren nicht über den Süßrezeptor vermittelt ist, legt auf jeden Fall nahe, dass die Evolution schon dafür gesorgt hat, dass wir uns Stärke als Energiequelle eher nicht entgehen lassen.

Dies öffnet den Blick für eine kurze abschließende Betrachtung des Geschmacksinns: Sind wir nach der Entdeckung von Umami als fünftem Geschmack im Jahr 1908 und von Stärke als sechstem im Jahr 2016 nun am Ende mit der Auflistung der verschiedenen Geschmäcker? – Wahrscheinlich nicht! Schon länger wird aufgrund verschiedener Hinweise über einen Fettrezeptor diskutiert (2, 3, 8), handelt es sich bei Fett doch um den energiereichsten Nahrungsbestandteil. Und weil dieser sogar schon als sechster Geschmack bezeichnet wurde (1), könnte man bei der Stärke sogar schon vom siebten Geschmack sprechen (daher das Fragzeichen in der Überschrift).

Man macht sich mittlerweile Gedanken darüber, welche Kriterien erfüllt sein müssen, damit man von einem „neuen“ Geschmack sprechen kann: Dazu gehört,

- sagen zu können, wie es schmeckt (das geht bei „fett“ noch nicht gut, obwohl man einen Rezeptor hat und Verhaltenstheorie findet), und auch,
- einen Rezeptor identifiziert zu haben (ist bei Stärke noch nicht der Fall).

Bei Umami, dem ersten Geschmack für einen unserer drei wesentlichen Nahrungsbestandteile (Eiweiß) ist alles vorhanden, bei „fettig“ und „stärkig“ noch nicht. Aber wenigstens wären mit Geschmack Nummer 5 bis 7 diese drei abgedeckt und die Frage, warum die Evolution Lebewesen mit einem Geschmackssinn hervorbringt, der das Wesentliche weglässt, hätte sich endlich aufgelöst. Schließlich geht es beim Geschmack doch ums Essen, und nicht nur

darum, die Gifte (bitter) zu vermeiden, oder Salze und Säuren nur in geringen Mengen aufzunehmen.

Fertig wären wir damit aber immer noch nicht! Falls Sie das annehmen, dann lutschen Sie mal ein Pfefferminzbonbon oder gehen Sie mal Mexikanisch essen. Ich kann mich noch gut daran erinnern, meinen Chemielehrer mal gefragt zu haben, was „ätherische Öle“ eigentlich sind. Da redete er etwas von leichter Flüchtigkeit (also Verdunstung), weswegen manche einen kühlenden Effekt hätten, womit er offensichtlich falsch lag, denn ein Pfefferminzbonbon schmeckt auch dann kühl, wenn man den Mund geschlossen hat und für 20 Sekunden die Luft anhält (also keine Verdunstung stattfinden kann). Wie wir seit 15 Jahren wissen, aktiviert Menthol einen Rezeptor für Kälte (6, 7), den wir nicht nur auf der Haut haben (deswegen gibt es „kühlende“ Duschbäder und Rasierwässer), sondern auch auf der Zunge. Wer nun meint, „kalt“ sei keine Geschmacksempfindung, der gehe, wie angedeutet, Mexikanisch essen. Die Amerikaner nennen scharfes Essen „hot food“ – und liegen damit genau richtig. Denn wie schon länger bekannt, reagieren Hitzerezeptoren auch auf Capsaicin, den Stoff in Pfeffer, Paprika, Chili und anderen „scharfen“ Gewürzen. Warum wir nicht schon lange die Qualität „scharf“ neben den anderen vier „älteren“ Geschmacksqualitäten aufführen, ist mir ein Rätsel! Denn zweifelsohne schmeckt scharfes Essen anders als nicht scharfes Essen. Die Tatsache, dass wir auch diese Rezeptoren nicht nur im Munde haben (Argument: dann geht es also gar nicht um Geschmack, denn der ist im Mund) ist aus meiner Sicht ein eher schwaches Argument.

Womit wir bei mittlerweile neun Geschmackssinnsqualitäten wären. Aber auch das wird nicht reichen: Gerbsäuren oder Kalziumoxalat in Nahrungsmitteln wie Tee, Rhabarber oder manchem Rotwein schme-

cken adstringierend; manche Stoffe (z. B. Blut) haben einen metallischen Geschmack; Mäuse können Kalzium geschmacklich wahrnehmen und auch der Rezeptor dafür auf ihrer Zunge wurde identifiziert. Mittlerweile wurde ein Kalziumrezeptor auch beim Menschen gefunden: Es schmeckt nach Kreide (12).

Literatur

1. Besnard P, Passilly-Degrace P, Khan NA. Taste of fat: A sixth taste modality? *Physiological Reviews* 2016; 96: 151–176.
2. Daoudi H, Plesnik J, Sayed A, Šerý O, Rouabah A, Rouabah L, Khan NA. Oral fat sensing and CD36 gene polymorphism in Algerian lean and obese teenagers. *Nutrients* 2015; 7: 9096–9104.
3. Heinze JM, Preissl H, Fritsche A, Frank S. Controversies in fat perception. *Physiol Behav* 2015; 152: 479–493.
4. Lapis TJ, Penner MH, Lim J. Humans can taste glucose oligomers independent of the hT1R2/hT1R3 sweet taste receptor. *Chem. Senses* 2016; doi: 10.1093/chemse/bjw088.
5. Liman ER, Zhang YV, Montell C. Peripheral coding of taste. *Neuron* 2014; 81: 984–1000.
6. McKemy DD. TRPM8: The Cold and Menthol Receptor. In: Liedtke WB, Heller S (eds.) *TRP Ion Channel Function in Sensory Transduction and Cellular Signaling Cascades*. Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor & Francis, 2007.
7. McKemy DD, Werner M, Neuhauser WM, Julius D. Identification of a cold receptor reveals a general role for TRP channels in thermosensation. *Nature* 2002; 416: 52–58.
8. Mounayar R, Morzel M, Brignot H, Tremblay-Franco M, Canlet C, Lucchi G, Ducoroy P, Feron G, Neyraud E. Nutri-metabolomics applied to taste perception phenotype: human subjects with high and low sensitivity to taste of fat differ in salivary response to oleic acid. *OMICS* 2014; 18: 666–672.
9. Peplow M. Fantastic plastics. *Nature* 2016; 536: 266–268.
10. Spitzer M. Descartes, Glutamat und der fünfte Geschmack. *Nervenheilkunde* 2000; 19: 163–164.
11. Spitzer M. Heidegger, Chili und das Wesen der Schärfe. *Nervenheilkunde* 2004; 23: 597–598.
12. Tordoff MG, Alarcon LK, Valmeki S, Jiang P. T1R3: A human calcium taste receptor. *Scientific Reports* 2012; 2: 496.