

DLG-Expertenwissen 4/2018

Reduktionsstrategien für Fett, Zucker und Salz

Teil 3 – Multimodale Wahrnehmungen und crossmodale Interaktionen

Reformulation

Die DLG-Studie 2018 zur „Reduktion von Zucker, Fett und Salz in Lebensmitteln – Zwischen Machbarkeit und Verbrauchererwartung“ untersuchte u.a. inwieweit die Reduktion von Zucker, Fett und Salz technologisch erfolgreich umsetzbar ist, ohne dabei den Geschmack und die Textur des Produktes maßgeblich zu beeinträchtigen. Im Rahmen einer Expertenbefragung und umfassender Marktrecherchen wurde zusammengestellt, welche Reduktionsverfahren technologisch möglich sind und wie hoch deren Bekanntheitsgrad bzw. praktische Anwendung in der Lebensmittelverarbeitung sind. Die Betrachtung der „multisensorischen Interaktion“ ist für sämtliche rezeptorische Veränderungen von Lebensmitteln und Getränken relevant. In den Ergebnissen der Expertenbefragung zeigte sich, dass die Bekanntheit und das praktische Wissen diesbezüglich noch nicht umfassend ausgeprägt sind. Rund 75 % der Studienteilnehmer kennen diese Thematik nicht bzw. wissen nur wenig darüber, wie sie in der Praxis angewandt werden könnte. Dieses Expertenwissen stellt den Teil 3 der Ausführungen zum Oberthema „Reformulation“ dar und soll die Transparenz bzgl. „multisensorischer Interaktionen“ erhöhen, aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse darlegen und Anregungen für das jeweilige Rezepturmanagement in der Praxis geben. Denn sämtliche rezeptorischen Veränderungen von am Markt angebotenen Produkten sollten strategisch-konzeptionell und auch kommunikativ (Claims) gut vorbereitet werden, um möglichst geringe Modifikationen der Geschmacksprofile zu erzielen und das Verbrauchervertrauen in die erwartete Produktqualität zu bewahren.

Hintergrund

Die sensorische Analyse von Lebensmitteln ist traditionell eindimensional fokussiert. Das heißt, untersucht werden in der Regel einzelne sensorische Eigenschaften, die Produktmerkmale Aussehen, Geruch bzw. Aroma, Geschmack und Textur bzw. Haptik sowie z. T. auch die Akustik betreffend. Verbraucher nehmen jedoch beim täglichen Konsum die vom Produkt bzw. seinem Verzehr- oder auch Verkaufsumfeld ausgehenden verschiedenen Sinnesmodalitäten in Kombination wahr, so dass sich aus diesen multimodalen Wahrnehmungen und crossmodalen Interaktionen die eigentlichen Konsum- und Verzehrsvorlieben ergeben. Im Verpackungsbereich werden die Erkenntnisse aus der multisensorischen Interaktion bereits seit längerem in Produktkonzepten umgesetzt. Hier spielt neben der Form und Farbwahl v.a. auch die Haptik eine nicht zu unterschätzende Rolle für die so am Point-of-Sale induzierte Produktqualität. Im Lebensmittelbereich ist bereits seit einiger Zeit und aktuell die Analyse der multimodalen Einflussfaktoren auf den Produktkauf und –konsum sowohl am Verzehrort (z.B. im Restaurant) als auch im Verkaufsraum (Point-of-Sale) Gegenstand verschiedener Forschungsprojekte. Auch im Kontext der Reformulierungsbestrebungen zur Reduktion von Salz, Zucker und Fett in Lebensmitteln, kommt der Betrachtung und Analyse crossmodaler Interaktionen von Zutaten und Inhaltsstoffen in den Produktrezepturen eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zu.

Grundlagen

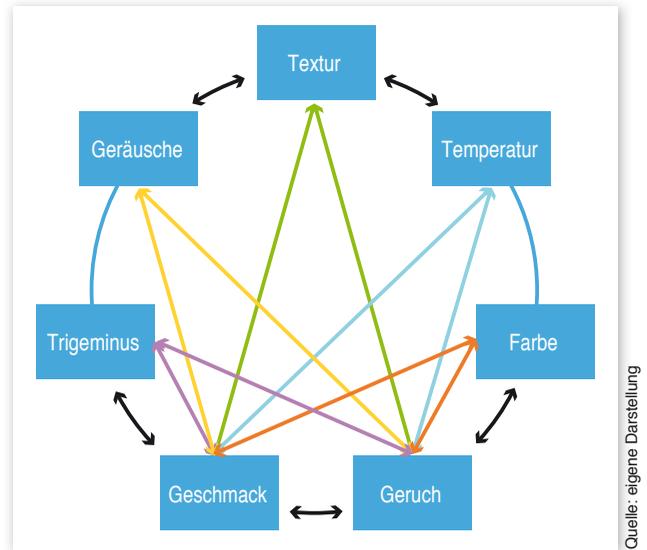
Menschen haben bekanntlich mehrere Sinnessysteme, deren Erregung durch Reizleitung und Verarbeitung im Gehirn zu Empfindungen und Wahrnehmungen führen, die man als Sinnesmodalitäten, wie z.B. Sehen, Hören, Riechen und Schmecken, bezeichnet. Innerhalb der Modalitäten gibt es verschiedene Sinnesqualitäten, wie die Farben rot, blau oder gelb beim Sehen oder süß, sauer, salzig beim Schmecken. Wie viele Sinnesmodalitäten der Mensch besitzt, ist erstaunlicherweise umstritten, da beispielsweise auch Wärme-, Kälte-, trigeminaler und Gleichgewichtssinn eigene Sinnesmodalitäten sind.

Im Alltag gehen wir davon aus, dass jede Sinnesmodalität unabhängig von den anderen Modalitäten arbeitet, aber diese Annahme ist unzutreffend. Nahezu jede unserer alltäglichen Wahrnehmungen ist multimodal, das heißt, die entsprechenden komplexen Wahrnehmungen entstehen durch die Aktivität mehrerer Modalitäten gleichzeitig, und diese Aktivitäten beeinflussen einander auf verschiedenen Ebenen bei der Entstehung der Wahrnehmungen. Damit liegen nicht nur multimodal ausgelöste Wahrnehmungen vor, sondern auch multimodale bzw. crossmodale Interaktionen.

Unimodale Wahrnehmungen, also Wahrnehmungen, die tatsächlich nur durch die Erregung eines Sinnessystems entstehen, stellen vor allem im Lebensmittel- und Ernährungsbereich die Ausnahme dar. Selbst wenn man eine wässrige Zuckerlösung in den Mund nimmt, nimmt man die Temperatur der Lösung wahr und ihre Viskosität sowie vor dem Verkosten ihre Farbe. Wir schmecken süß, und wir nehmen intuitiv an, dieser Geschmack wäre unabhängig von der ebenfalls wahrgenommenen Farbe des verkosteten Produkts, seiner Textur und Temperatur. Tatsächlich wird die Intensität des Geschmacks aber sehr wohl von der Viskosität der Lösung, ihrer Temperatur und Farbe beeinflusst. Rosa gefärbte Lö-

sungen nehmen wir als süßer wahr als farblose Lösungen, und kühle Lösungen erscheinen weniger süß. Da unser Wahrnehmungssystem gelernt hat, dass intensiv süße Zuckerkösungen eine gewisse Viskosität aufweisen, führt ein Ausschalten der Süßwahrnehmung durch einen Süßblocker dazu, dass uns dieselbe, gleich viskose, aber nun nicht mehr süß schmeckende Zuckerköslung plötzlich als wässrig und nicht mehr so viskos erscheint.

Das heißt, wir haben unsere Sinnessysteme als ein Netzwerk aufzufassen, bei dem die Aktivierung jedes Sinnesmodalität-Knotens des Netzwerks die anderen Sinnesmodalitäten beeinflussen kann. Geschmack beeinflusst Viskosität, Farbe beeinflusst Geruch und Geschmack etc. In Abbildung 1 ist schematisch dargestellt, welche und wie die sieben wichtigsten Sinnesmodalitäten bisher wissenschaftlich dokumentiert einander paarweise beeinflussen.



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 1: Crossmodale Wechselwirkungen der sieben wichtigsten Sinnesmodalitäten

Relevanz multimodaler Wahrnehmungen im Lebensmittelbereich

Multimodale Wahrnehmungen und crossmodale Interaktionen sind nicht nur auf der Ebene des Lebensmittelprodukts selbst relevant, sondern auch bei der Verpackung, dem Verkaufsort im Lebensmitteleinzelhandel und dem Verzehrort in der Gastronomie.

Multimodale Produkte sind Produkte, die mehrere Sinnesmodalitäten ansprechen. Sie werden in mehreren Gehirnteilen verarbeitet, und daher ist die ausgelöste Wahrnehmung auch komplexer und umfangreicher, was zu besserem Markenbewusstsein und höherer Produktloyalität führt. Sensorisch wenig komplexe Produkte können dagegen über längere Zeit hinweg konsumiert Langeweile oder gar Aversionen erzeugen und sich somit langfristig schlechter verkaufen. Multimodalität von Produkten kann auch zur Differenzierung gegenüber der Konkurrenz und einer besseren Erkennbarkeit eingesetzt werden und so den Verkauf stimulieren. Die Verpackung als Element des Produktes ist immer multimodal, sie spricht nicht nur den visuellen Sinn an, sondern auch den haptischen, den akustischen und den Geruchssinn und beeinflusst über damit ausgelöste Erwartungen, Assoziationen und entstehende crossmodale Wechselwirkungen die Wahrnehmung des Produktes selbst.

Der Ort des Verzehrs von Lebensmitteln im Restaurant, Café, Mensa, Flugzeug, Kino etc. ist immer gekennzeichnet durch einen multimodalen Kontext. Ambiente, Musik und Geräusche, Beleuchtung, Tischgestaltung, Blumen, Speisekarten-Design, Geschirr, Raumbefugung, Luftqualität [47] und viele andere Faktoren mehr beeinflussen die essenden Personen in ihrer Interaktion mit den Speisen und Getränken, aber auch mit den anderen Personen. Die wissenschaftliche Literatur zu diesem Thema hat sich in den letzten Jahren stark entwickelt und wird aufgrund der in den entwickelten Gesellschaften steigenden Bedeutung des Außer-Haus-Essens noch umfangreicher werden [5, 48, 51, 52, 55, 69, 73, 74].

Auch am Verkaufsort von Lebensmitteln spielt Multimodalität eine große Rolle. Ambiente, Beleuchtung, Hintergrundmusik, Farben, Gerüche und vieles mehr wurden bereits untersucht, und es zeigte sich, dass sowohl Reizart als auch Reizintensitäten einen Einfluss auf das Kaufverhalten nehmen können [42]. Lutsch, Scharf und Zanger (2015) [39] zeigten, dass die Motivation der KonsumentInnen, ihre Bedürfnisse und die Zielsetzungen ihr Verhalten wesentlich bestimmte und dass die eingesetzten multimodalen Reize und ihre Intensitäten genau auf die Bedürfnisse abgestimmt sein müssen, die sie aktivieren sollen.

Modulationen von Geschmackswahrnehmungen im Überblick

Nachfolgend sollen die wesentlichen Multimodalitäten aufgezeigt und exemplarisch Beispiele für sinnesphysiologisch crossmodale Interaktionen dargestellt werden (vgl. Tabelle 1). Einige Konstellationen sind bereits in der Praxis implementiert, andere befinden sich aktuell in der Diskussion und bedürfen weiterführender Forschungsaktivitäten.

Sinnesphysiologische Interaktion	Stoff	Wirkung
Aroma, Flavour	Maltol	Einsparung von 5-15 % Saccharose in Süßwaren, da Intensivierung der Süßwahrnehmung Verbesserung des Mundgefühls bei fettreduzierten Lebensmitteln
	Erdbeeraroma	Einsparung von Saccharose, da Intensivierung/Verstärkung der Süßwahrnehmung z. B. durch gelernte Synästhesie oder gemäß der zweifachen Kodierungstheorie
Farbe (Bestimmte Farben bei Lebensmitteln assoziieren bestimmte, i.d.R. erlernte sensorische Wahrnehmungen und Empfindungen.)	rote Farbe	Verstärkung der wahrgenommenen Süß-Intensität, häufig ohne analytische Bestätigung, sondern v.a. durch expectation bias (Erwartungshaltung der Konsumenten)
Geruch, Geschmack Gerüche, die regelmäßig gemeinsam mit süßem, bitterem, salzigem oder saurem Geschmack gepaart (Geruchs-Geschmacks-Interaktion) auftreten, sind in der Lage, eine Verstärkung des assoziierten Geschmacks zu bewirken, auch wenn sie nur in geringer Konzentration beigegeben werden. Gleiches gilt für das Vorhandensein von Geschmackssubstanzen (Süße, Salzigkeit), die die wahrgenommene Intensität des Aromas, das in Lebensmitteln üblicherweise gemeinsam mit der Geschmackssubstanz auftritt, verstärkt. Seltener ist durch Geruch-Geschmacks-Interaktion auch eine Abschwächung/ Verminderung der Geschmacksintensität möglich.	Geruch von Karamell-, Vanille-, Erdbeere-, Litschi- und Minze-Aromen	Verstärkung der wahrgenommenen Süße im Produkt.
	Zitronen- und Erdbeeraroma	Verstärkung der Sauer-Empfindung von Zitronensäure
	Soja-Soßen- und Sardellen-Aroma (Umami-Quellen), Bratenfleisch- und Rauchnoten	Verstärkung des Salz-Geschmacks
	Kokumi (Mischung aus γ -Glutamyl-Peptid-Ketten)	Steigerung der Wahrnehmung von Salzigkeit, würzigen Aromen, Fleischaromen, Aroma-Komplexität, Intensivierung des Mundgefühls (vollmundig), Mund-belegender Fett-Eindruck
	Natriumchlorid und Natriumglutamat	Verstärkung des Flavour von Suppen u.a. Fleischprodukten Verstärkung der „brennenden“ Schärfe-Empfindung und Wirkung von Capsaicin
	Saccharin	Verstärkung des Aromas von z.B. Benzaldehyd (Bittermandel, Kirsche) und von Erdbeeraroma
	Angelika-Öl	Reduzierung der Süße-Intensität, d.h. Abschwächung der Geschmacksintensität
	Bitter-Blocker (z. B. AMP-Adenosinmonophosphat), d. h. natürliche im Lebensmittel vorkommende Nukleotide	Reduzierung des bitteren oder sauren Geschmacks, auch in der Pharmazie bei Hustensaft u.a.
Trigeminale Wahrnehmung und Geschmack, Aroma	Kohlensäure	Intensivierung von sauer und salzig sowie von Aromenintensität, Reduzierung von Süße
	Capsaicin	Abschwächung von süßem, salzigem und bitterem Geschmack
Textur und Aroma bzw. Geschmack	Verdickungsmittel	Bei zunehmender Viskosität (z.B. durch Verdickungsmittel) sinkt die Wahrnehmung der Geschmacks- sowie i.d.R. auch die der Aromaintensität ggf. durch die steigende Bindung der Stoffe und die sinkende Verfügbarkeit.
	Ballaststoffe, modifizierte Stärken (löslich, unlöslich)	Reduzierung der Wahrnehmung von Fett bei positiv empfundener Textur
	Aromazusätze bei Äpfeln	Reduzierung der Wahrnehmung von Härte und Saftigkeit
	Fruktose-Zusatz bei Äpfeln	Reduzierung der Knackigkeit und Mehligkeit
	Zucker-, Zitronensäure- und Natriumchlorid-Zusatz	Einfluss auf die oral wahrgenommene Viskosität und Adstringenz
	Zusatz retronasal-wirkender Aromastoffe in entsprechenden Konzentrationen	Intensivierung der wahrgenommenen Viskosität und Cremigkeit v.a. bei Milch

Tabelle 1: Übersicht möglicher Modulationen von Sinneswahrnehmungen

Flavour

Für die gesamtheitliche Wahrnehmung eines Lebensmittels ist das Flavour von besonderer Bedeutung. Eine Flavour-Wahrnehmung umfasst alle Sinneswahrnehmungen, die im Mund- und Nasenraum während des Essens auftreten, und auch, wenn flüchtige Aromen aus dem Mundraum retronasal über die Rezeptoren der Riechschleimhaut der Nase aufgenommen werden, lokalisiert das Gehirn sie als Wahrnehmung im Mundbereich. Diese Flavour-Illusion ist multimodal, weil mehrere Sinnessysteme in ihre Entstehung involviert sind, und crossmodal, weil ein Sinnessystem mit anderen wechselwirken und die Wahrnehmung modifizieren kann. Vor allem zwischen Geruch und Geschmack gibt es eine Reihe von interessanten Wechselwirkungen. Der Aromastoff Maltol beispielsweise wird Schokoladen und anderen Süßwaren zugesetzt und hilft dort 5-15 % der Saccharose einzusparen, indem es uns die Süße intensiver wahrnehmen lässt. Maltol verbessert auch das Mundgefühl fettreduzierter Lebensmittel. Eine andere gut dokumentierte Wechselwirkung ist die zwischen Erdbeeraroma und dem süßen Geschmack. Erdbeeraroma verstärkt die Süßintensität. Wie und warum diese stabilen aber nicht allzu großen Effekte auftreten, ist in der Diskussion, aber es werden vor allem kulturelle und durch persönliche Erfahrung herangebildete Verknüpfungen von Gerüchen mit Geschmäckern angenommen. Man spricht von einer gelernten Synästhesie, also einer erlernten, unwillkürlichen Verknüpfung einer Sinnesmodalität mit einer anderen. Es könnte aber auch das Konzept der zweifachen Kodierungstheorie zur Wirkung kommen, nach der sich Informationen besser einprägen und zuverlässiger erkannt werden können, wenn sie doppelt, nämlich in den Codes zweier Sinnessysteme kodiert werden.

Die Modulation von Geschmackswahrnehmungen mit Hilfe chemischer Substanzen ist ein Forschungsbereich, dessen Ergebnisse schon in naher Zukunft Eingriff in unsere Geschmackswahrnehmungen nehmen könnten.

Farbe und Flavour

Schon Moir (1936) [43] hat gezeigt, dass die Veränderung der Farbe eines Lebensmittels das wahrgenommene Flavour mitverändert. Rote Farbe in Weißwein überzeugt viele KonsumentInnen, dass es sich dabei um Rotwein handelt und rote Farbe bewirkt häufig eine deutliche Verstärkung der wahrgenommenen Süß-Intensität. Viele Studien zeigen klare Effekte der Farbe auf das wahrgenommene Flavour und die Intensität des Geschmacks, aber andere hingegen nicht. Spence (2013) [60] konnte zeigen, dass die Art und Weise, wie Farben auf Flavour und Geschmack wirken, sehr stark von den durch die Farbe ausgelösten Erwartungen abhängt und daher nicht unabhängig von der kulinarischen Kultur ist. Blaue Farbe kann beispielsweise für Europäer die Erwartung von Blaubeeren-Flavour auslösen, bei Vietnamesen aber dagegen die Erwartung von Minze-Flavour (Listerine). Wenn nun das wahrgenommene Flavour nicht allzu weit vom erwarteten Flavour entfernt ist (erwartet Schwarze Johannisbeere, tatsächlich eingesetzt Brombeere), dann werden die KonsumentInnen das erwartete Flavour berichten. Dieser Effekt ist als expectation bias bekannt. Nur wenn der Unterschied zwischen erwartetem und wahrgenommenem Flavour zu groß ist, kommt es nicht zu einer Bestätigung der Erwartung und damit zu Irritationen.

Geschmack und Geruch

Die Interaktionen zwischen Geruchs- und Geschmackswahrnehmungen werden als sehr robust in der Literatur beschrieben. Gerüche können die wahrgenommene Geschmacksintensität verändern und umgekehrt kann Geschmack die Aroma-Wahrnehmung modulieren. Besonders gut dokumentiert ist die Verstärkung der Süßwahrnehmung durch bestimmte Gerüche. Der „süße“ Geruch von Karamell-, Vanille-, Erdbeer-, Litschi- und Minze-Aromen, die für sich genommen ja keinen Geschmack haben, ist in der Lage die wahrgenommene Süße in einem Produkt zu intensivieren [19, 58, 59, 62].

Analoges wurde für viele andere Geruch-Geschmack-Interaktionen gefunden: Zitronen- und Erdbeeraroma verstärken die Sauer-Empfindung von Zitronensäure [18], Soja-Soßen- und Sardellen-Aroma (Umami-Quellen) verstärken den salzigen Geschmack [17]. Im Allgemeinen sind also Gerüche, die regelmäßig gemeinsam mit süßem, bitterem, salzigem oder saurem Geschmack in Lebensmitteln gepaart auftreten, in der Lage, den assoziierten Geschmack zu verstärken, auch wenn sie nur in sehr niedriger Konzentration beigegeben werden. Diese den Geschmackseindruck verstärkende Interaktionen sind für praktische Anwendungen im Kontext von Reformulierung und der Reduktion von Zucker und Salz von großer Bedeutung. Durch den gezielten Einsatz definierter Aroma-Kombinationen in der Rezeptur kann u.U. eine nicht zu unterschätzende Menge an Zucker oder Salz eingespart werden, was aus einer gesundheitlichen, präventivmedizinischen Perspektive günstig zu bewerten ist.

In diesen Kontext fällt die Verstärkung des salzigen Geschmacks durch Aromen (OISE - odor induced saltiness enhancement), um Salz einzusparen, das – im Übermaß genossen - für Bluthochdruck verantwortlich gemacht wird [34, 35, 44, 45, 64]. OISE kann vor allem bei niedrigen Salz-Konzentrationen beobachtet werden, ist die Salz-Konzentration bereits hoch, wirken die Salzigkeit verstärkende Aromen nur mehr schwach [44]. Es gibt auch Aromen, die die Fett-Wahrnehmung verstärken [63, 64].

Eine Geruchs- und Geschmacksinteraktion, verbunden mit einer den Geschmackseindruck verstärkenden Wirkung, ist auch dem Kokumi zuzuschreiben. Der Begriff „Kokumi“ stammt wie „umami“ aus Japan. Im Gegensatz zu umami (Salze der Aminosäure Glutaminsäure) ist Kokumi jedoch keine Grundgeschmacksart, sondern eine Empfindung, die auf Interaktionen mehrerer Eiweiß-Molekülgruppen mit Lebensmittelinhaltsstoffen beruht und Einfluss auf die Geschmackswahrnehmung nimmt. Forschungsergebnisse um den japanischen Wissenschaftler Kuroda et.al. [30, 41] fokussieren Untersuchungen mit Mischungen von Aminosäuremolekülen, sogenannten γ -Glutamyl-Peptid-Ketten. Kokumi-Peptide, wie γ -Glutamyl-Vallyl-Glycin-Ketten (Verbindung aus den Aminosäuren Glutamin, Valin und Glycin), bilden sich v.a. in lang gekochten oder fermentierten Speisen, wie Bohnen-Fleisch-Eintopfgerichte, fermentierten schwarzen Bohnen oder gereiftem Gouda-Käse. Um eine sensorische Wirkung zu erzielen, reichen bereits geringe Konzentrationen des selbst geschmacklosen Kokumis aus. Verschiedene von Kuroda et.al. durchgeführte Studien belegen, dass durch den Kokumi-Effekt eine intensivere Wahrnehmung von Salzigkeit sowie von würzigen Noten und Fleischaromen (umami-Verstärkung) sowie eine Verstärkung des Mundgefühls (vollmundig), teilweise auch ein Mund-belegender Fett-Eindruck, erzielt werden kann. Ergebnisse, die im Kontext von Salz- und Fettreduktion neu zu bewerten sind.

Seltener kann auch eine Abschwächung der Geschmacksintensität beobachtet werden, z.B. reduziert Angelika-Öl die Süße-Intensität. Interessante Anwendungen solcher unterdrückenden Effekte gibt es sowohl im Lebensmittel- als auch im Pharma-Bereich, um bitteren oder sauren Geschmack zu reduzieren. Eingesetzt werden hierbei u.a. sogenannte Bitter-Blocker, wie z.B. AMP-Adenosinmonophosphat und andere natürliche im Lebensmittel vorkommende Nukleotide.

Umgekehrt können auch Geschmacksstoffe die retronasale Aromawahrnehmung intensivieren. Davidson, Linforth, Hollowood und Taylor (1999) [16] zeigten schon, dass die nachlassende Wahrnehmungsintensität von Menthol in Kaugummi nicht auf die sinkende Menthol-Konzentration zurückzuführen ist, sondern auf die sinkende Süße des Kaugummis. Dalton, Doolittle, Nagata und Breslin (2000) [15] fanden, dass Sacharin in einer Konzentration bereits unter der Wahrnehmungsschwelle die Wahrnehmungsintensität von Benzaldehyd (Kirsche/Mandel-Aroma) massiv ansteigen lässt. Und auch Erdbeeraroma wird durch süßen Geschmack verstärkt. Ein weithin bekannter Effekt ist auch, dass Natriumchlorid und Natriumglutamat das Flavour von Suppen und anderen Fleischprodukten intensiver erscheinen lassen [46]. Die meisten wissenschaftlichen Publikationen beschreiben den Einfluss von süßem oder saurem Geschmack auf die Flavour-Wahrnehmung [16, 21, 23, 28, 38, 50, 67, 77], der in der Regel darin besteht, dass ein Süßstoff-Zusatz die wahrgenommene Intensität eines Aromas verstärkt, das üblicherweise in Lebensmitteln gemeinsam mit süßem Geschmack auftritt.

Da die Verstärkung der Süß-Intensität nur mit Aromen möglich ist, die von den Testpersonen schon oft in Kombination mit Süße wahrgenommen worden sind, liegt der Schluss nahe, dass es sich bei der Süß-Verstärkung um einen erlernten Effekt handelt [60]. Dieser Effekt wird häufig als erlernte Synästhesie bezeichnet [61]. Auvray und Spence (2008) [2] vertreten aber die Ansicht, dass diese Wechselwirkung nur auftritt, weil Geschmack und Geruch im Akt des Essens in eine einzige Modalität, das Flavour, transformiert werden.

Neurophysiologische Untersuchungen unterstützen diese Befunde, indem sie zeigen, dass gustatorischer und olfaktorischer Cortex nicht getrennt voneinander arbeiten, sondern eng miteinander verknüpft sind. Der olfaktorische Cortex wird stark beeinflusst und mitunter sogar kontrolliert vom gustatorischen Cortex [40].

Eine weitere interessante Beobachtung ist auch, dass vor allem süßer Geschmack auch die Gesamtintensität des Flavours beeinflussen kann [23, 24, 50]. Die Ursache für dieses Phänomen könnte darin liegen, dass retronasale Wahrnehmungen im Mundraum lokalisiert werden und daher eine intensive gustatorische Wahrnehmung auch zu einer hohen Flavour-Wahrnehmung führt, auch wenn nur wenige Aromen aus dem Mundraum zur Nase gelangen [66].

Trigemurale Wahrnehmungen und Geschmack und Aroma

Der Nervus trigeminus ist multimodal per se, das heißt er reagiert auf mehrere Reizgruppen, wie mechanisch-texturale Reize, Hitze und chemische Stoffe (z.B. Capsaicin – Wärme-Schärfereiz). Die Beschreibung der ausgelösten Empfindungen ist sehr variabel und kann scharf, brennend, heiß, prickelnd, irritierend, schmerzhaft etc. lauten. Die meisten Geruchs- und

Geschmacksstoffe aktivieren vor allem ab einer gewissen Konzentration auch den Nervus trigeminus und das macht die Untersuchung der Interaktionen zwischen trigeminalen Reizen und Geruchs- und Geschmackswahrnehmungen schwierig [65].

Trigeminal wirksame Kohlensäure kann die Intensität von sauer und salzig, aber nicht von süß verstärken [12, 78]. Cowart (1998) [14] fand, dass Kohlensäure süßen und salzigen Geschmack abschwächt und Saint-Eve et al. (2010) [56] ergänzten, dass sie einem Getränk die Süße abschwächt sowie die Säure und die wahrgenommene Aroma-Intensität verstärkt.

Am häufigsten untersucht wurde die Wirkung der scharfen Substanz Capsaicin auf die Geschmackswahrnehmung und es zeigte sich, dass es süßen, salzigen und bitteren Geschmack in Lösungen abschwächt [31, 32]. Eine Ursache für diesen Effekt könnte sein, dass das Brennen von Capsaicin die Aufmerksamkeit von der Geschmackswahrnehmung abzieht und so der Geschmack weniger intensiv beurteilt wird. Das Brennen von Capsaicin dagegen wird durch Natriumchlorid verstärkt [54].

Die Interaktionen zwischen trigeminalen und olfaktorischen Reizen sind sehr wenig untersucht. Kobal und Hummel (1988) [29] fanden bei Verwendung von CO₂-Vanillin-Mischungen, dass die wahrgenommene Intensität des Vanille-Geruchs durch CO₂ verringert wurde, konnten aber die neurophysiologischen Zusammenhänge nicht klären.

Textur und Aroma, Textur und Geschmack

Die wissenschaftliche Literatur über Interaktionen zwischen Textur und Aroma bzw. Geschmack ist widersprüchlich, und die wesentliche Ursache dafür dürfte sein, dass diese Interaktionen sehr stark von der Struktur und der Zusammensetzung des untersuchten Produktes abhängen [65].

Was die Interaktionen zwischen Textur und Geschmack betrifft, wird meist eine Abnahme der wahrgenommenen Geschmacksintensität bei Zunahme der Viskosität durch Zugabe von Verdickungsmitteln berichtet [13, 26, 37]. Der dahinter liegende Mechanismus könnte darin liegen, dass die Geschmacksstoffe in einer viskoser Matrix im Mund schlechter freigesetzt und so weniger intensiv wahrgenommen werden, aber kognitive Interaktionen konnten bisher nicht ausgeschlossen werden [6, 33, 36].

Textur und Geruch/Aroma: Einige Studien konnten keinen Effekt der Textur auf die Aroma-Wahrnehmung nachweisen, wenn die Textur-Modifikation eher geringfügig waren [37, 67]. Daneben gibt es aber viele Studien, die verdeutlichen, dass der Zusatz von Verdickungsmitteln zu einer Reduktion der wahrgenommenen Intensität von Aromen führt [4, 22, 27, 49, 76]. Es zeigte sich oft, dass die Art des Verdickungsmittels starken Einfluss auf den das Aroma reduzierenden Effekt hatte. Als Ursache für den gefundenen Effekt wird auch hier die geringere Verfügbarkeit des Aromastoffes namhaft gemacht. Aber auch die chemische Bindung der Aromastoffe und die Art, wie das untersuchte Gel bzw. Lebensmittel oral prozessiert wird, könnten Ursachen für die Reduktion der wahrgenommenen Aromaintensität sein [1, 7]. Jedoch werden ebenfalls kognitive Mechanismen bei der Integration von Textur- und Aroma-Wahrnehmung diskutiert [3, 13, 20, 75].

Die umgekehrte Wirkung, der Effekt von Aroma und Geschmack auf die Textur-Wahrnehmung wurde bisher relativ selten untersucht [10, 37, 57, 67], und die Untersuchungsergebnisse sind teilweise sehr widersprüchlich.

Charles et al. (2017) [11] zeigten am Beispiel Apfel, dass es neben Geschmack-Aroma- auch Textur-Aroma-Wechselwirkungen gibt. Zugewetztes Aroma machte die Wahrnehmung von Härte und Saftigkeit weniger dominant, Knackigkeit und Mehligkeit wurden unabhängig von der Fruktose-Konzentration abgeschwächt. Ansteigende Konzentrationen von Zucker, Zitronensäure und Natriumchlorid können die oral wahrgenommene Viskosität und auch die Adstringenz beeinflussen [9, 25]. Bult, de Wijk und Hummel (2007) [8] bestätigten einerseits, dass eine ansteigende Viskosität sowohl die ortho- als auch die retronasal wahrgenommene Geruchsintensität reduziert, aber sie zeigten andererseits, dass nur retronasal wahrgenommener Geruch die wahrgenommene Viskosität und Cremigkeit von Milch-Proben intensivieren kann.

Lebensmittel-Verpackung und multisensorische Interaktionen

Die sensorische Wahrnehmung der Verpackung kann über multisensorische Interaktionen die Wahrnehmung und Bewertung des verpackten Produktes verändern [52]. Hierbei sind vor allem Farben und Form der Verpackung, ihre haptische Wahrnehmung, aber auch die akustischen Eigenschaften zu erwähnen. Besonders wirksam sind die sensorischen Eigenschaften des Verpackungsmaterials vor allem dann, wenn das Lebensmittel direkt aus der Umhüllung verzehrt wird. Vor allem Farben beeinflussen sehr stark und rasch die Erwartungen und Assoziationen der KonsumentInnen, die dann die Wahrnehmung des Produktes selbst beeinflussen können. Wichtig bei der Farbwahl ist vor allem, dass die ausgelösten

Erwartungen und Assoziationen mit den Wahrnehmungen übereinstimmen und diese unterstützen, andernfalls kommt es zu Irritationen und zu Unzufriedenheit.

Die Form der Verpackung kann ebenfalls stark die Erwartungen und die die crossmodalen Assoziationen steuern, wobei diese Wechselwirkungen vom kulturellen Hintergrund der untersuchten Personen bestimmt zu sein scheinen [72]. Wenn es um die Form von Gläsern geht, ist auch darauf zu achten, dass sie zum Getränk passend empfunden werden. Vor allem bei extrudierten Knabber- oder Chips-Produkten kann das Knistern und Rascheln der Verpackung auch Einfluss auf die wahrgenommene Knusprigkeit der Produkte geben. Auch zwischen Formen und Grundgeschmacksarten wurden assoziative Beziehungen nachgewiesen. Eckige und dünne Formen werden mit bitter, salzig mit eckigen Formen verknüpft, sauer mit Eckigkeit und Asymmetrie, Süße dagegen mit runden, symmetrischen Formen mit Volumen [70, 71].

Gewicht und Haptik einer Verpackung können gleichfalls die sensorische Wahrnehmung des Inhalts modulieren. Tu, Yang und Ma (2015) [68] zeigten beispielsweise, dass die Haptik des Verpackungsmaterials für Teegetränke die sensorische Dimension süß, aber nicht sauer oder bitter beeinflussen kann. Das Getränk im Glasgebilde wurde süßer bewertet als dasjenige in der gleich schweren Kunststoffhülle.

Ausblick

Multimodale Wahrnehmungen und crossmodale Interaktionen stellen die größten Einflussfaktoren auf die Produktwahrnehmung gerade auch im Lebensmittelbereich dar. Die Analyse der jeweiligen Interaktionen der einzelnen sensorischen Eigenschaften ist außerordentlich komplex. Bisherige Untersuchungen konnten zudem auch stets nur eine Auswahl und einen Bruchteil der Wechselwirkungen analysieren. Neben den analytisch messbaren objektiven Einflüssen und Interaktionen im Hinblick auf die Produktzusammensetzung (intrinsisch) bzw. den Verkaufs- oder Verzehrort (extrinsisch) dürfen zudem die affektiv-hedonischen Einflussfaktoren (Emotionen, Gesundheitszustand etc.) nicht außer Acht gelassen werden. In Summe ergeben sich damit außerordentlich komplexe Prozesse und Wechselwirkungen, die es zu analysieren und zu berücksichtigen gilt. Die Forschung der multisensorischen Interaktionen steht erst am Anfang und erfährt möglicherweise mit dem Einsatz von virtueller Realität und der sich bietenden Möglichkeiten in der Simulation verschiedener Verkaufs- und Verzehr-Szenarien in der sensorischen Analyse und Konsumentenforschung weiteren Aufwind. Interessant wird zudem sein, wie sich dies auf die Praxis im Lebensmittelbereich auswirkt. Festzuhalten ist jedenfalls, so auch die Erfahrungen aus bisherigen Projekten, dass hinsichtlich des Rezepturmanagements, gerade auch unter Berücksichtigung der crossmodalen Interaktionen, eine schrittweise Modifikation der Produktprofile erfolversprechender bzgl. der Verbraucherakzeptanz ist als abrupte rezeptorische Umstellungen.

Autor:

Ass. Prof.-Dipl.Ing., Dr. nat.techn. Klaus Dürrschmid, Institut für Lebensmittelwissenschaften, Universität für Bodenkultur (BOKU), Wien; klaus.duerrschmid@boku.ac.at

Weiterführende Informationen zum Thema:

Dürrschmid, K. (2009). Gustatorische Wahrnehmungen gezielt abwandeln, Hamburg: Behr's Verlag.

Literatur: Die komplette Liste der verwendeten wissenschaftlichen Literatur kann unter sensorik@DLG.org angefordert werden.

© 2018

Alle Informationen und Hinweise ohne jede Gewähr und Haftung. Vervielfältigung und Übertragung einzelner Textabschnitte, Zeichnungen oder Bilder – auch für den Zweck der Unterrichtsgestaltung – nur nach vorheriger Genehmigung durch DLG e.V., Marketing, Eschborner Landstraße 122, 60489 Frankfurt am Main.



DLG e.V.

Fachzentrum Lebensmittel

Eschborner Landstraße 122 · 60489 Frankfurt am Main

Tel. +49 69 24788-311 · Fax +49 69 24788-8311

FachzentrumLM@DLG.org · www.DLG.org