

Foto 1.1-1

Mit dem Geräusch beim herzhaften Biss in einen grünen Apfel verbindet der Verbraucher Frische.



Mit dem Geschmackssinn nehmen wir wasserlösliche chemische Substanzen wahr. Wir können mindestens fünf Geschmacksrichtungen erkennen: süß, salzig, sauer, bitter und umami, die alle eine bestimmte Bedeutung transportieren. Süß steht für eine leicht verfügbare Energiequelle in Form von Kohlenhydraten. Bitter repräsentiert problematische, eventuell giftige Inhaltsstoffe. Sauer weist auf ein Lebensmittel mit Säure hin, die in der Lage ist, den Speichelfluss zu fördern und damit die Verdauung anzuregen. Salzig steht für Salz, das Bedeutung für den Ionenhaushalt des Körpers besitzt, und umami signalisiert eine proteinreiche Speise. Die Schärfe wird nicht über Sinneszellen in den Papillen wahrgenommen, sondern über freie Nervenenden des Drillingsnervs, die der Wahrnehmung von irritativen Substanzen (Säuren, Pfeffer, Chili, Kohlensäure etc.), aber auch von Hitze dienen.

Die Wahrnehmung wasserlöslicher chemischer Substanzen beginnt bei biochemischen Andockstellen (Rezeptoren) in den Sinneszellen vor allem der Zunge. Diese Sinneszellen sind knospenförmig in Wall-, Pilz- und Blätterpapillen angeordnet. Die weit verbreitete Zungenlandkarte, nach der man süß nur an der Zungenspitze, bitter am Zungengrund und salzig/sauer nur an den Zungenrändern schmecken kann, ist falsch. Tatsächlich schmeckt man im hinteren Teil der Zunge bitter in etwas niedrigeren Konzentrationen als am Rest der Zunge. Ansonsten aber können im gesamten Zungenbereich mit Ausnahme des mittleren Teiles der Zunge alle Geschmacksqualitäten in ähnlicher Weise wahrgenommen werden.

Geräusche, die beim Zubereiten oder Verzehren von Lebensmitteln entstehen, werden mit texturalen und anderen Qualitätsmerkmalen assoziiert. Bei Obst und Gemüse bedeutet großer Zell-Innendruck „vor kurzem geerntet“. Diese Lebensmittel bestehen aus Zellen mit hohem Innendruck, wie kleine, zusammengeklebte, wassergefüllte Luftballons. Das Geräusch beim Brechen, Beißen oder Kauen entsteht durch plötzliches Freiwerden dieses Innendrucks, es erfolgt in einer Phase mit einer relativ hohen Frequenz und klingt knackig. Bei gebackenen Produkten dagegen bedeuten harte Zellwände „vor kurzem gebacken“. Das Brechen erfolgt in vielen Phasen mit einer relativ niedrigen Frequenz. Kekse, Knäckebrot, Chips usw. sind fest und steif aufgrund ihres niedrigen Wassergehalts, wobei feste Wände kleine luftgefüllte Zellen umgeben. Beim Zerstören dieser Zellen federn die Wände in ihren Ursprungsort zurück und dabei entstehen Schallwellen. Wasser verringert

1 Sinnesleistungen verstehen

die Elastizität der Zellwände und damit die Wahrscheinlichkeit des Zurückfederns: feuchte Chips machen kein Geräusch.

Das Aussehen von Lebensmitteln beeinflusst unser Ernährungsverhalten maßgeblich. Wir schließen vom Aussehen auf diverse Qualitätsmerkmale. Doch was sehen wir eigentlich? Wir sehen die Gestalt, Größe, Farbe (Farbart, Farbintensität, Helligkeit), die Durchsichtigkeit, Oberflächenbeschaffenheit, den Glanz, die Stumpfheit, Textur, Gleichheit, Unterschiedlichkeit, wir sehen die Verpackung, das Umgebungslicht, die Produktbeschreibung ... eine große Menge an Einzelaspekten. Von diesen visuellen Informationen schließen wir auf die Identität und die Beschaffenheit der vorliegenden Lebensmittel. Form, Gestalt und Größe engen die Möglichkeiten der Identität stark ein und die Farben zeigen uns den Reifegrad und den Verderbszustand der Lebensmittel an. Wir schließen davon ausgehend auf ihre Geschmacks-, Geruchs- und Texturmerkmale, somit also auf ihre Genusstauglichkeit. Die assoziative Verknüpfung zwischen Farben und zu erwartendem Flavour (Gesamteindruck aus Geschmack und Geruch) nennt man visuelles Flavour. Gelb und Grün lassen uns saure Produkte erwarten, Rosa hingegen süße.

Wesentlich für den sensorischen Gesamteindruck eines Lebensmittels sind auch seine mechanischen Eigenschaften und seine Temperatur. Rezeptoren, die auf mechanische Reize ansprechen, befinden sich in der ganzen Mundhöhle. Die Rauheit der Zunge z. B. wird hauptsächlich durch Fadenpapillen verursacht, die ausschließlich der Texturprüfung dienen. Mit dem Tastsinn erfühlt man Größe, Gestalt, Oberflächenbeschaffenheit, Konsistenz und Textur von Lebensmitteln. Diese Merkmale werden auch durch viele geometrische Gestaltungsmaßnahmen beeinflusst: Wellen-, Rillenform, Sollbruchstellen, Schichten unterschiedlicher Zusammensetzung, Hüllen, Einbringen von Luftblasen, Schaumbildung etc. Auch der Schmerzsinne ist im Mund lokalisiert und trägt zur Gesamtwahrnehmung von Lebensmitteln bei. Es gibt mehrere Schmerzrezeptorarten. Manche sprechen nur auf mechanische Reize an, andere auf mechanische, chemische und auch auf Hitzereize ab 50 °C.

Der Tiefensinn dagegen führt zu Empfindungen, die durch Rückmeldungen über Bewegungsaktionen (z. B. Kauen) entstehen. Rezeptoren des Tiefensinns befinden sich im Gewebe unter der Haut wie Muskeln, Sehnen und Gelenkapseln. Der Tiefensinn hat drei Unterfunktionen: den Stellungssinn, den Bewegungssinn und den Kraftsinn (Muskelleistung zur Überwindung eines Widerstands). Auch die Temperaturwahrnehmung bildet einen wesentlichen Aspekt der Lebensmittelbeurteilung. Kaltrezeptoren geben ein Signal, wenn die Temperatur unter Hauttemperatur absinkt und Warmrezeptoren beginnen Signale zu feuern, wenn eine Erwärmung über 30 °C eintritt.

Die folgenden zwei Kapitel wollen als Plädoyer für eine ernsthafte und doch lustvoll-fröhliche Konzentration auf die sinnliche Wahrnehmung aufgefasst werden. Die sprichwörtlichen fünf Sinne, die uns zu Wahrnehmungen verhelfen, sind zwar in „aller Munde“, aber aus naturwissenschaftlicher Sicht ein populärwissenschaftliches Klischee. Daher stehen nicht die fünf Sinne des Menschen im Fokus, sondern vielmehr wird unsere sinnliche Wahrnehmungsfähigkeit als Ergebnis eines evolutionär entwickelten Netzwerkes von Sinnessystemen aufgefasst. Dieses Netzwerk ermöglicht es unserem Gehirn, eine virtuelle Simulation der Welt zu generieren, die zu einem sinnvollen Verhalten in der Umwelt, in die wir hineingeboren werden, befähigt. In diesem Zusammenhang bedeutet sinnvoll, einen Beitrag zur Erhaltung des Lebens zu leisten. Tätigkeiten zur Aufrechterhaltung von Leben werden von der Natur mit Lustempfindungen belohnt. Hierzu zählen vor allem die Nahrungsaufnahme und die Sexualität, aber auch die Kommunikation oder die Beschäftigung mit Spielen, Kunst, Rätseln oder der Wissenschaft.

1.2

Was benötigt man für menschliche Sinneswahrnehmungen? Eine Checkliste

Klaus Dürschmid

1.2.1 Haben Sie Ihre „fünf Sinne“ beisammen?

1.2.1.1 Wie viele Sinne hätten Sie denn gerne?

Seit der Antike ist die Vorstellung, der Mensch sei mit fünf Sinnen ausgestattet, in der abendländischen Tradition ebenso verankert wie in der Kultur Indiens und Chinas. Platon äußerte sich nicht darüber, ob es neben den vier oder fünf Sinnen noch weitere geben könnte, aber Aristoteles hielt schon kategorisch an der Fünffzahl der Sinne fest. Er definierte neben den fünf äußeren auch fünf innere Sinne und legte eine klare Hierarchie der Sinne fest. Mit der Fünffzahl waren häufig pythagoreisch-zahlenmystische und religiöse Ideen verknüpft. Entsprechend einem magischen, vorwissenschaftlichen Analogie-Denken war beispielsweise das Pentagramm der griechischen Antike ein Sinnbild für die Harmonie des

Abbildung 1.2-1

Motto:

„Jede Erkenntnis beginnt
bei den Sinnen.“

Leonardo da Vinci



1 Sinnesleistungen verstehen

Kosmos und die Fünffzahl der Sinne des Menschen wurde als ein Beleg dafür gehalten, dass sich die Struktur des Makrokosmos im Mikrokosmos Mensch widerspiegelt. Auch der arabisch-Überlieferer antiker Traditionen Avicenna vertrat die Ansicht, der Mensch verfügte über fünf äußere und fünf innere Sinne. Da die Fünffzahl in fast allen einflussreichen Religionen eine große Rolle spielte, kam die Vorstellung von fünf Sinnen dem religiösen und dem allgemeinen Denken so sehr entgegen, dass sie lange Zeit als banale Selbstverständlichkeit galt und gelegentlich noch immer gilt. Ab dem 17. Jahrhundert wurde mitunter das sexuelle Empfinden als sechster Sinn bezeichnet, was 1826 noch der berühmte Gastrosoph Jean Anthelme Brillat-Savarin in seiner „Physiologie des Geschmacks“ vertrat. Ende des 18. Jahrhunderts sprach man dagegen meist von einem sechsten Sinn, der eine Art außersinnliche Wahrnehmung der Geisterwelt bezeichnete. Eine unglaublich spannende Geschichte der Sinne von der Antike bis zum Cyberspace verfasste der Historiker Robert Jütte, sie kann als weiterführende Lektüre wärmstens empfohlen werden.

Die Anzahl menschlicher Sinne hängt auch bei Anwendung naturwissenschaftlicher Kriterien, wie wir sie heute verstehen, von der Definition des Begriffes „Sinn“ ab. Wenn man auf der Ebene der klassischerweise postulierten, mit dem freien Auge erkennbaren Sinnesorgane bleibt, gelangt man wohl zu dem Schluss, dass wir tatsächlich fünf Sinne haben: Nase, Zunge, Auge, Ohr und Haut. Bei dieser Einteilung ergibt sich allerdings eine Reihe von Problemen. Unter anderem zeigt sich bei näherer Betrachtung, dass jedes dieser Organe auf mehrere Reizgruppen anspricht und unterschiedliche Sinnessysteme aufweist. Mit der Zunge beispielsweise nehmen wir nicht nur den Geschmack wahr, sondern auch Wärme, Kälte, Schmerz, die Textur und irritative chemische Stoffe. Auch das Ohr besteht aus zwei verschiedenen Sinnessystemen, dem Hörsinn und dem Gleichgewichtssinn. Mit der Nase nehmen wir nicht nur Duftstoffe wahr, sondern auch Reizstoffe, wie Rauch oder Säuren, die ein eigenes Sinnessystem, das nasal-trigeminales System ansprechen. Der Tastsinn wiederum besteht in Wahrheit aus vielen einzelnen Sinnessystemen, die sich ganz unterschiedlicher Sinneszellen bedienen. Die Einteilung in die klassischen fünf Sinne beschreibt die Sinnesmöglichkeiten des Menschen nicht in geeigneter, widerspruchsfreier Weise und ist daher insgesamt als obsolet zu bezeichnen.

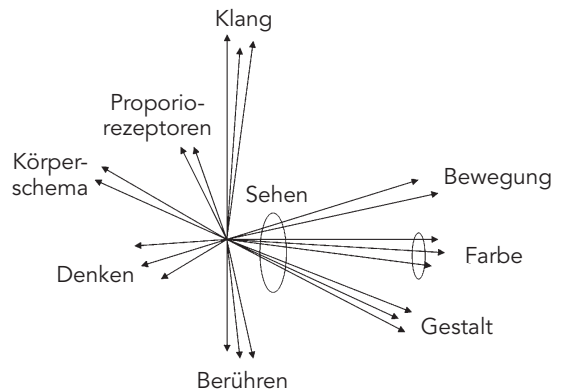
Wenn man die Anzahl der Sinne anhand der Reizarten bestimmt, die wir aufnehmen können, kommen wir zu unterschiedlichen Ergebnissen. Wir hätten vier Sinne, weil wir auf mechanische, chemische, thermische und elektromagnetische Reize reagieren. Oder wir besäßen gar nur zwei Sinne, wenn wir mechanische, thermische, und elektromagnetische Reize zu physikalischen Reizen zusammenfassten. Diese Einteilungen nach Reizart scheinen keinen wirklichen Erkenntnisgewinn zu transportieren und verlagern das Problem mehr auf eine sprachliche Ebene, als dass die physiologische Problemebene gelöst würde.

Wenn wir dagegen auf die Ebene unterscheidbarer Sinneszellen gehen, die auf bestimmte Reize antworten, wird die Problemlage unübersichtlich. Wir verfügen über mehr als 36 Sinne, wenn man eine Schätzung nach dieser Methode durchführt. Die Tabelle 1.2-1 listet für eine konventionelle Schätzweise zehn Sinne, bei akzeptierter Schätzung 21 und bei radikalerer Schätzung 36 Sinne auf.

Eine Gliederung nach aktivierten Bereichen in der Gehirnrinde wäre ebenfalls denkbar, liefert allerdings keine eindeutige Zahl, da die Aktivierungen jeweils sehr komplex sind und keineswegs für einen Reiz nur in einer eng umgrenzten Region stattfinden, wie in Kapitel 1.3 näher geschildert wird. Die Neurowissenschaftler Edelman und Tononi beschreiben menschliche Wahrnehmung in Form eines n-dimensionalen Merkmalsraumes, in dem unterscheidbare sensorische Merkmale zu Sinnessystemen zusammengefasst werden können.

Abbildung 1.2-2

N-dimensionaler Wahrnehmungsmerkmalsraum nach Edelman und Tononi.



So setzt sich beispielsweise das Sehen unter anderem aus den Elementen Bewegung, Farbe und Gestalt zusammen, die wiederum aus mehreren Komponenten gebildet werden und in der zweidimensionalen Darstellung relativ eng zueinander abgebildet sind (siehe Abb. 1.2-2).

In der Medizin wird pragmatisch in Sinnessysteme mit Exterorezeptoren, Propriozeptoren und Enterorezeptoren unterschieden. Exterorezeptoren sind nach außen gerichtete Rezeptoren, deren Erregungen bewusst verarbeitet werden können. Dazu zählen der Sehsinn, der Geruchssinn, der Geschmackssinn, das Gehör, die mechanischen Hautsinne, die Temperatursinne für Warm und Kalt sowie der Schmerzsinne. Propriozeptoren liefern Informationen, die meist nicht bewusst werden. Die Länge und Spannung von Muskeln, die Stellung von Gelenken zueinander, die Art und Weise des zeitlichen Verlaufs einer mechanischen Belastung in Muskeln, Sehnen und Gelenken werden von solchen Sensorzellen erfasst. Die Erregung der Enterorezeptoren wird uns nie bewusst, es handelt sich dabei um Rezeptoren, die beispielsweise bei der Regulation des Blutdrucks, des osmotischen Drucks von Blutplasma oder des Kohlendioxidgehalts im Blut aktiv sind. Insgesamt erscheinen alle Gruppierungsversuche, die nicht auf solche naturwissenschaftlich-physiologische Gegebenheiten Bezug nehmen, als willkürlich.

In gewisser Weise bleibt die Gruppierung der Sinneszellen oder Sinneswahrnehmungen in von einander klar unterscheidbare Sinne immer etwas fragwürdig und stark abhängig von den Gruppierungskriterien. Deutlich wird jedenfalls, wie sehr das populärwissenschaftliche Klischee von den fünf Sinnen nur mehr als sprachliches Bild für die Gesamtheit der menschlichen Fähigkeiten zur Sinneswahrnehmung dienen kann.

1.2.1.2 Von der Hierarchie der Sinne zum Netzwerk der Sinnessysteme

Die hierarchische Bewertung und Ordnung der Sinne besitzt eine lange Tradition. Sie reicht von der Antike bis zu Kant oder Schopenhauer und noch heute finden sich solche Hierarchisierungen. Vor allem die Reihung der Sinne nach Aristoteles (Gesicht, Gehör, Geruch, Geschmack, Gefühl) hat sich lange gehalten. Den Tastsinn bezeichnete man häufig als Sinn, der dem Kognitiv-Rationalen des Menschen am fernsten steht. Er wurde vor allem in Zeiten, in denen das Rationale und das Vernunftmäßige im Vordergrund standen,

1 Sinnesleistungen verstehen

Tabelle 1.2-1

Schätzungen der Anzahl menschlicher Sinne

	Konservativ	Akzeptiert	Radikal		Konservativ	Akzeptiert	Radikal
Sehen	✓			Mechanozeption	✓		
Helligkeit		✓	✓	Gleichgewicht	✓	✓	
Farbe		✓		Rotationsbeschleunigung			✓
Rot			✓	Lineare Beschleunigung			✓
Grün			✓	Propriozeption		✓	✓
Blau			✓	Kinästhesie		✓	
				Muskeldehnung (Golgi Sehnenorgan)			✓
Hören	✓	✓	✓	Muskeldehnung (Muskelspindeln)			✓
Riechen	✓	✓		Temperatur	✓		
350 Rezeptoren			✓	Wärme		✓	✓
N. trigeminus			✓	Kälte		✓	✓
Geschmack	✓			Enterorezeptoren			
Süß (2)		✓	✓	Blutdruck	✓	✓	
Salzig		✓	✓	Arterieller Blutdruck			✓
Sauer		✓	✓	Venöser Blutdruck			✓
Bitter (> 25)		✓	✓	Bluttemperatur Kopf			✓
Umami			✓	Blutsauerstoffgehalt		✓	✓
Fett			✓	pH-Wert der Hirnflüssigkeit		✓	✓
Scharf			✓	Osmotischer Druck des Plasmas		✓	✓
Berührung	✓	✓		Blutzuckerspiegel		✓	✓
Leichte Berührung			✓	Lungendehnung		✓	✓
Druck			✓	Blasendruck			✓
				Magendehnung			✓
Schmerz	✓	✓					
Haut			✓				
Körper			✓		10	21	> 36
Eingeweide			✓				

als niedrigster der Sinne, als animalischer Sinn eingestuft. Der Sehsinn galt als der abstrakteste und edelste Sinn, unter anderem weil er der räumlich am weitesten ausgreifende Sinn ist, weil er auch die kulturelle Technik des rationalen Menschen schlechthin, das Lesen, ermöglicht, und weil er angeblich objektive, nicht von subjektiven Bewertungen verzerrte Informationen liefert. Dagegen, so wurde argumentiert, sind Tast- und Geschmackssinn niedere, materielle Sinne, die in Kontakt mit der Materie kommen müssen und überaus stark mit Emotionen und Gefühlen beladen sind. Der Geruchssinn wurde meist in die