

Geschmackszuordnung ohne Schmecken

Objektivierung des Geschmacks mittels einer elektronischen Zunge

Horst Ahlers

Die menschliche Geschmackszuordnung ist eine rein subjektive, beeinflusst von Meinungen, Behauptungen, Erfahrungen, Vorlieben, Missverständnissen, Kulturen, Ethniken, Krankheiten, Lebensalter, Jahreszeiten, Wetter, Geschlecht, Laune und noch vielen weiteren weitgehend individuell erzeugten Befindlichkeiten. Symptomatisch ist die Sentenz von K. Dürrschmid aus Wien: „Mit keinem technischen Messinstrument der Welt kann man Aussagen über den Geschmack einer Substanz oder eines Lebensmittels machen.“ (aus: Praxishandbuch Sensorik, Behr's Verlag 2016)



Dr.-Ing. habil. et Dr. sc. techn. Horst Ahlers

» Zur Person

ehemals Dozent an den Universitäten Chemnitz und Jena; langjähriger Vorsitzender der Forschungsorganisation Jenasensoric e. V. und der Sektion Technikwissenschaften des Verbandes zur Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse (Urania) «

Dennoch lässt sich ein Schritt in Richtung der Objektivierung des Geschmacks mit einer elektronischen Zunge und mit einem neuen Ansatz und für jeden nachvollziehbar gehen. Erstmals gestattet dieser Ansatz eine Geschmackszuordnung nur über Chemie, Physik und Technik.

Geschmack als Suchbegriff

Gibt man bei Google „Geschmack“ als Suchbegriff ein, so ist bei Wikipedia gleich zur Hand, was darunter verstanden sein soll [1]. Es erscheint nur „... das, was man beim Essen und Trinken wahrnimmt“. Aber gerade diese Wahrnehmung ist es, die in den Gehirnen der Menschen verschiedene Reaktionen und Informationsverarbeitungen auslöst. Die exakten Wissenschaften können damit nichts anfangen. Was technisch nicht messbar, objektiv messbar ist, wird gleich von Fachfremden okkupiert. Gehässig könnte man sagen: Ohne belastendes Wissen lässt sich vortrefflich streiten.

Ganz schlimm wird es, wenn auf „Nach herkömmlicher Meinung ...“ verwiesen wird: Das Geheimnis des Geschmackssinns, Spektrum der Wissenschaft 1.7.2001. Dabei ist schon eine Weile klar, dass die Sinnesrezeptoren Impulse generieren, die vom Gehirn bewertet werden. Genauer: Die Rezeptoren werden durch Nernst-Spannungen in Strom-Spannungs-Bereiche mit negativem differenziellem Widerstand gesteuert, die in der Lage sind, dynamische Energie, sprich Impulse zu generieren. Bei einem Lebensmittel wird dies durch seinen ionisierten Teil ausgelöst, der in die Nernst-Spannung transformiert wird. Dabei ist die Erfassung der Spannungen bzw. Impulse am Rezeptor oder dem Nervenstrang zur Charakterisierung des Geschmacks schwierig, am Lebensmittel dagegen technisch einfach möglich. Deshalb ist der Einsatz der Nernst-Spannungserzeugung am Lebensmittel für die Konstruktion einer elektronischen Zunge das sich empfehlende Mittel.

Nun ist zumindest das Messobjekt recht ordentlich wissenschaftlich durch eine chemisch-physikalische Analytik erfassbar und

zu beschreiben. Was bleibt, ist immer noch die subjektive Reflexion durchs Gehirn als Aufreger für jedermann und jederfrau. Diese haben leider keinen Zugriff auf ein Analyselabor, sodass sowohl das Messobjekt als auch die Subjektivität bei der Wahrnehmung des Geschmacks quer zueinander zu liegen kommen. Damit sind sie doppelt ausgehebelt, was eben die meisten dazu verführt, sich frisch drauflos – wie oben persifliert – in Meinungsstreit und Behauptungen zu stürzen.

Humansensorische Begutachtung

Der Weg zum wohldefinierten objektiven Geschmack lässt sich auch für die Humansensorik etwas objektiver gestalten. Dafür wird ein technisches Gerät, eine elektronische Zunge, eingesetzt [2–4]. Ein Messobjekt wird mit einer elektrochemisch erzeugten elektrischen Kennung, der Nernst-Spannung (Fingerprint, Vektorkomponenten, Elektrodenspannungen), als neue Beschreibungsebene versehen und für eine Erkennungsaufgabe herangezogen. Ist das Messobjekt dann zweifelsfrei bestimmt, lässt sich der Geschmack in vielfacher Weise semantisch beschreiben. Also, ein Panel aus Indien, aus Frankreich, aus Mexiko oder anderen Kulturen, Religionen, ganz allgemein Geschmacksclustern, stellt seine subjektive Beurteilung als Referenz zur Verfügung. Auch die Geschmacksbeurteilung durch einen Sternekoch, den Onkel oder einen Berühmten lässt sich vorhalten sowie der Vergleich mit weiteren ausgewiesenen Geschmacksrichtungen. Dann kann ein jeder bzw. eine jede die Kennung des zu beurteilenden Lebensmittels mit dem eigenen Geschmack vergleichen (Abb. 1).

In dieser Art und Weise wird in einem ersten Schritt aus der Vielzahl der 7 Milliarden subjektiver Geschmacksempfindungen auf der Welt eine überschaubarere Menge, d. h., der subjektive Geschmack wird strukturierbar mit Bezug zu objektiveren Kennungen über Ionen und den möglichen Leitlinien.

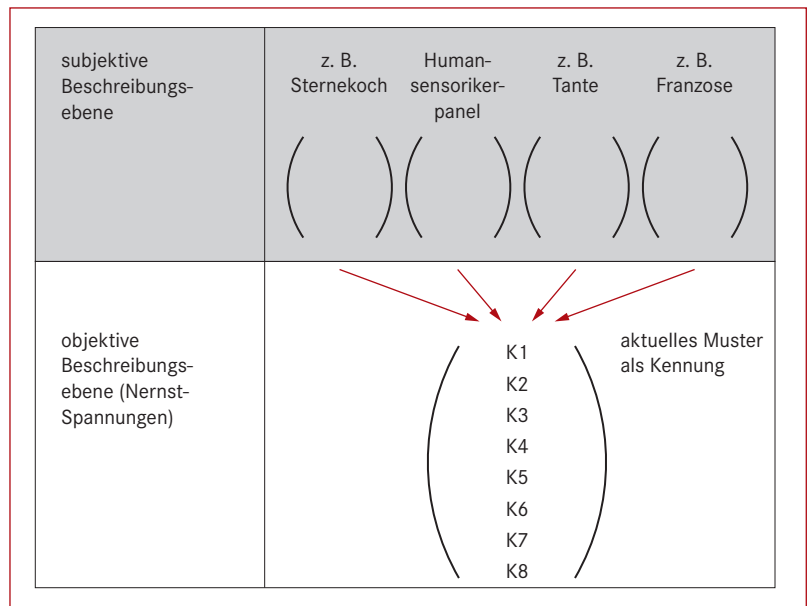


Abb. 1

Zuordnung der an den Messelektroden einer elektronischen Zunge erzeugten Nernst-Spannungen K1 bis K8 eines Lebensmittels zu den Geschmacksempfindungen ausgewählter subjektiver Vorbilder als Leitlinien bzw. Leitgeschmacksempfindungen

Geschmack als Abstand zu Referenzen

Drei Zugänge bieten sich an: (1) chemisch-physikalische Analyse, (2) humansensorische Beurteilung und (3) elektrische Nernst-Spannungen.

Werden alle drei in die Form eines Vektors mit Vektorkomponenten gebracht, so lassen sich die Abstände zu Referenzen berechnen. Dabei ist die chemisch-physikalische Analyse zumeist teuer und aufwendig, dafür objektiv. Die Humansensorik ist das gegenwärtig wohl am meisten praktizierte, allerdings subjektive Vorgehen, trotz des Bemühens um statistische Absicherung und

Meldung

■ EU-Bekanntmachung zu QUID

Die Europäische Kommission hat am 21. November 2017 eine Bekanntmachung zur mengenmäßigen Angabe bestimmter Lebensmittelzutaten (QUID) veröffentlicht (2017/C 393/05). Das Dokument soll Unternehmen und nationalen Behörden als Orientierungshilfe dienen. Die Bekanntmachung ersetzt und ergänzt die gemäß Artikel 7 der Richtlinie 79/112/EWG des Rates angenommenen QUID-Leitlinien. Sie spiegelt die Beratungen der Generaldirektion Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (GD SANTE) der Kommission mit den Sachverständigen der Mitgliedstaaten in der Arbeitsgruppe zur Verordnung (EU) Nr. 1169/2011 über die Information der Verbraucher über Lebensmittel wider. (Rempe)

Abstandsberechnung von zwei Vektoren

- Nach *Euklid* (ohne Streuungen): Die Differenzen der Vektorkomponenten von Referenz und Messobjekt werden quadriert, dann addiert und die Wurzel daraus gezogen.
- Nach *Mahalanobis* (mit Streuungen): Berechnung der Kovarianzmatrix, Wahrscheinlichkeitsaussagen vermittelt des Fisher-Tests

der Zuordnung von Bewertungs- bzw. Maßzahlen. Die mit einer elektronischen Zunge ermittelten Nernst-Spannungen sind am einfachsten und schnellsten als objektive Zustandsbeschreibung zur Verfügung zu stellen.

Über das gleiche Messobjekt ist eine Beschreibungsebene mit den anderen verknüpft, d. h., die beiden objektiven sind auch mit der subjektiven koppelbar. Dadurch ist ein allseitiger Zugang zum Phänomen „Geschmack“ und seiner Objektivierung möglich. Er wird zwischen einer Referenz und einem Messobjekt dadurch verortet, dass der Abstand zwischen diesen zur Beurteilung herangezogen wird. Ist die Referenz gut beschrieben, das heißt, ist ihr Geschmack allseitig, objektiv und/oder

subjektiv gut charakterisiert, kann der (vektorielle) Abstand zu einem zu bestimmenden Geschmack mathematisch für alle drei genannten Beschreibungsebenen berechnet werden (Abb. 2). Damit wird ein Maß gewonnen.

Eine rein technische Geschmackszuordnung

Ausgangspunkt hierfür sei die Nutzung der vier Grundgeschmacksrichtungen süß, salzig, sauer und bitter als Leitgeschmäcke und als Referenz. Wenngleich es durch die schwachselektiven Rezeptoren des Menschen hunderte und tausende Geschmacksempfindungen bei jedem Einzelnen gibt, seien diese vier ein Anker, an dem sich festmachen lässt. Sie sind einer elektronischen Zunge anlernbar, indem dieser entsprechende Chemikalien vorgeführt werden (süß – Glukose, salzig – Kochsalz, sauer – Zitronensäure, bitter – Cofein). In Tabelle 1 sind die elektrochemisch erzeugten elektrischen Nernst-Spannungen für diese Grundgeschmacksrichtungen aufgeführt, d. h., sie sind in ein elektrisches Äquivalent transformiert.

Ausschreibung

■ Stockmeyer Wissenschaftspreis 2018

Mit dem Stockmeyer Wissenschaftspreis zeichnet die Heinrich-Stockmeyer-Stiftung praktikable Lösungsansätze und anwendungsorientierte Forschung aus, die zur Verbesserung der Lebensmittelsicherheit und zur Stärkung des Verbrauchervertrauens in die Qualität von Lebensmitteln beitragen. Der Preis ist mit 10 000 € dotiert.

Der Preis richtet sich an Wissenschaftler/innen, die herausragende Leistungen auf dem genannten Themengebiet erbracht haben. Gewürdigt werden wissenschaftliche Einzelleistungen wie Doktorarbeiten und Habilitationsschriften sowie Publikationen in wissenschaftlich anerkannten Fachzeitschriften, die in den letzten drei Jahren erstellt wurden. Routineleistungen in Lehre, Fortbildung, Wissenschaftsorganisation und Wissenschaftspolitik, kumulative Langzeitleistungen sowie Arbeiten, die bereits mit einem Preis ausgezeichnet wurden, finden keine Berücksichtigung.

Ihre Bewerbung – als Einzelperson oder als Arbeitsgruppe – senden Sie bitte nur auf digitalem Wege (eine zusammenhängende PDF-Datei) an riewenherm@stiftungsberatung.de.

Die Bewerbung sollte ausschließlich folgende Unterlagen umfassen: Anschreiben, Lebenslauf, wissenschaftliche Arbeit, Zusammenfassung der Arbeit.

Einsendeschluss ist der **31. Mai 2018**. Über die Zuerkennung entscheidet das Kuratorium der Stiftung. Die Auszeichnung erfolgt unter Ausschluss des Rechtsweges.

Information: Heinrich-Stockmeyer-Stiftung, Margret Riewenherm, Projektmanagement, c/o Bleichestraße 305, 33415 Verl (Tel.: 05246/925 10-0; riewenherm@stiftungsberatung.de)

Tab. 1 Darstellung der vier Grundgeschmacksrichtungen durch jeweils acht Nernst-Spannungen an acht Messelektroden als Vektorkomponenten. Aufgeführt sind die vier Abstände sowie die Mittelwerte aus den vier Geschmacksrichtungen zum getesteten Ketchup (Quelle: Jenaer Elektronische Zunge Multiionen-Sensoricard®, Elektronik HB 627, Messkopf 3M4)

Kanäle	süß	salzig	bitter	sauer	Ketchup	Mittelwert
K1	365	576	465	453	593	464,75
K2	480	585	585	566	400	587
K3	323	423	423	358	353	516
K4	3	164	164	3	3	43,25
K5	201	414	251	248	433	278,50
K6	2	168	101	2	122	68,25
K7	377	412	458	433	502	430,00
K8	172	5	144	78	2	99,75
Abstand $\sqrt{\Sigma}$	549	160,5	414	464		357,80

Der Geschmack eines Lebensmittels kann nun ebenfalls in gleicher Weise mit elektrischen Nernst-Spannungen beschrieben werden. Als Beispiel ist in Tabelle 1 ein Ketchup gewählt.

Der nächste Schritt ist die Berechnung der Abstände dieser Vektor-Beschreibungen von Ketchup zu den einzelnen Vektoren der Grundgeschmacksrichtungen als Maß, wie weit das Objekt Ketchup von diesen entfernt ist. Damit geht die 8-fache Mannigfaltigkeit der elektronischen Zunge in eine 4-fache zu den Grundgeschmacksrichtungen über. Durch diese mathematische Prozedur werden als Geschmack, d. h. die Summe der Wirkungen auf das Gehirn des Menschen, die vektoriellen Abstände zu den Grundgeschmacksrichtungen ersetzt. Das ist rein technisch und dadurch objektiv. Das Produkt, Messobjekt, Lebensmittel erhält damit eine definierte Geschmackszuordnung zu den Grundgeschmacksrichtungen als Referenz.

Somit gibt es folgende technische Möglichkeiten, den Geschmack zu verorten:

- Zuordnung der subjektiven Beschreibung eines Lebensmittels zu seiner elektrochemisch erzeugten elektrischen Kennung,
- Zuordnung einer elektrochemisch erzeugten elektrischen Kennung eines Lebensmittels zu der elektrochemisch erzeugten elektrischen Kennung einer Referenz.

Ein Referenzgeschmack, wie die vier Grundgeschmacksrichtungen, kann dann als objektiver, chemisch definierter Fixpunkt dienen. Zu ihm ist der Abstand nach *Euklid* bzw. *Mahalanobis* mathematisch exakt zu berechnen, wenn Referenz und zugeordneter Geschmack eines Messobjekts als Vektoren mit Maßzahlen dargestellt werden.

Dieser Abstand ist wegen seiner Wiederholbarkeit ein exzellentes Mittel, den Zustand eines Lebensmittels nachweisbar zu garantieren. Das führt zu einer Qualitäts- und Sicherheitserhöhung in der gesamten Lebensmittelbranche.

Das Geschmacksmeter[#]

Um von der 8-fachen und 4-fachen Mannigfaltigkeit der Geschmackszuordnung mittels einer elektronischen Zunge zu einem einzigen, aber repräsentativen Maß zu kommen, wurde eine dafür problemlösende Referenz gefunden, die aus den vier Grundgeschmacksrichtungen gebildet wird. So liegen mit deren Nernst-Spannungen Vektoren vor, mit denen ein arithmetischer Mittelwert (Mittelwert – Wikipedia) als objektiver, chemisch definierter Bezug herstellbar ist. Dieser ist eine Nullung für den

- » **Geschmackszuordnung:**
- (1) **Bestimmen der Nernst-Spannungen einer Referenz**
 - (2) **Bestimmen der Nernst-Spannungen eines Messobjekts**
 - (3) **Optional subjektive Beschreibung des Geschmacks**
 - (4) **Berechnung der Abstände nach Euklid bzw. Mahalanobis** «

[#] Patentanmeldung DE 10 2017 008 586.2; Markenmeldung 30 2017 028 158.7/09

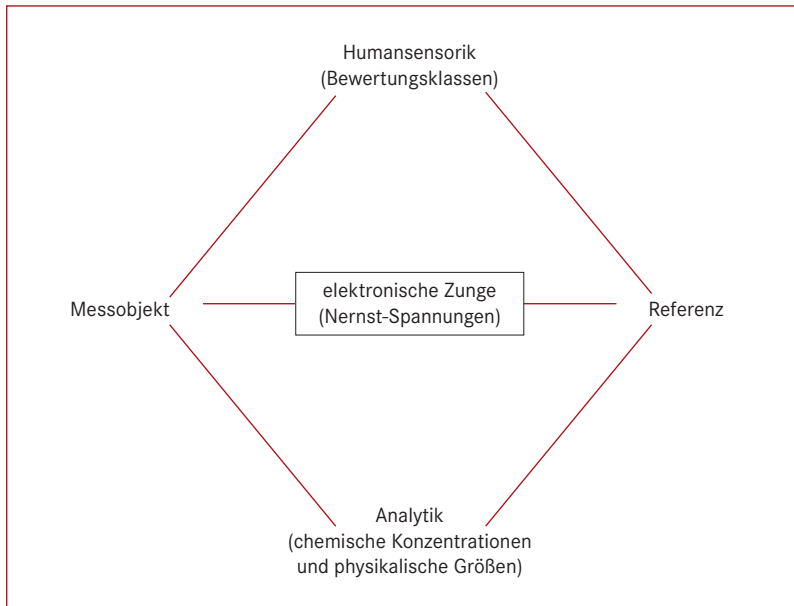


Abb. 2 Werden Messobjekt und Referenz jeweils in gleicher Weise mit Vektoren beschrieben, dann können die Abstände zwischen diesen als objektive Maße nach *Euklid* bzw. *Mahalanobis* berechnet werden.

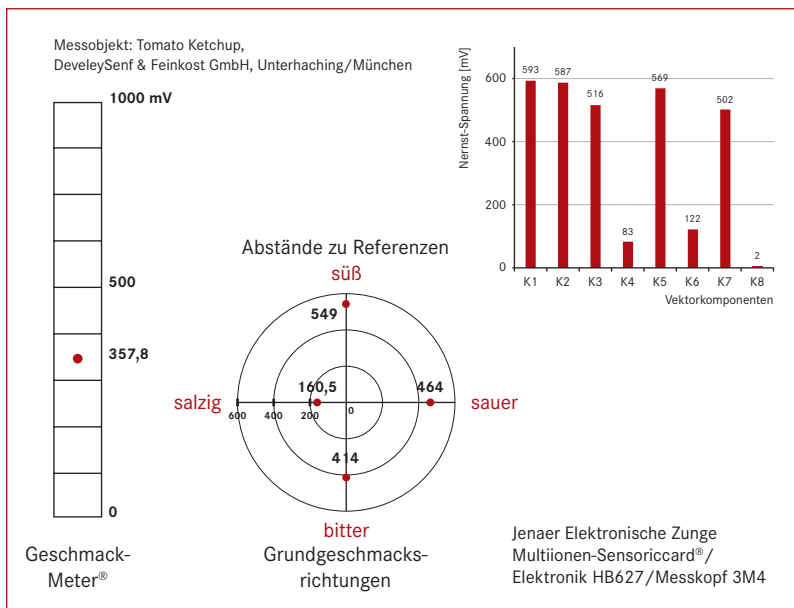


Abb. 3 Demonstration der drei Beschreibungsebenen für Ketchup

Geschmack. Das heißt, wie bei einem Thermometer lässt sich der Geschmack ebenfalls mit einer Null versehen und über eine Maßzahl vermitteln.

Die Lösung dafür ist die elektronische Zunge als den Geschmack ermittelndes technisches Gerät:

Die Null wird durch den Mittelwert aus den vier Nernst-Spannungsvektoren der vier Grundgeschmacksrichtungen festgelegt. Das Maß ist der Abstand des Nernst-Span-

nungsvektors eines Lebensmittels zu diesem Mittelwertvektor.

Damit bekommt der biologische Geschmack ein einziges repräsentatives, plakatives und objektives elektrisches Äquivalent.

In Abbildung 3 sind diese solchermaßen entstandenen, rein technischen Beschreibungen am Beispiel eines Ketchups nebeneinandergestellt. Dabei mindert jede Verringerung der Beschreibungsparameter etwas die Genauigkeit, erreicht aber eine höhere Arbeitersparnis und Übersichtlichkeit [5]. Der Übergang von 8 auf 4 und dann auf 1 Maß bzw. Parameter erhöht die Handhabbarkeit, lässt aber etliche Einzelheiten weg. Jede dieser drei Beschreibungen hat ihre Berechtigung und ist in der gesamten Lebensmittelbranche einsetzbar.

Um dem Menschen doch noch eine gewisse Oberhand über seine geliebte Vorstellung vom Geschmack zu belassen, ist dessen subjektive und individuelle Wertung bzw. Reflexion immer noch eine ihm eigene Spielwiese. Diese kann sich aber jetzt auf objektive Maßzahlen stützen.

Literatur

- [1] Geschmack (Sinneseindruck). Wikipedia
- [2] www.multisensoric.de
- [3] Ahlers H., Wang L: Elektronisch riechen, schmecken etc. – Elektronische Sinnes-sensorik für Lebensmittel, Medizin, Umwelt und Technik. 2. Aufl., Beuth Verlag Berlin (2018).
- [4] Ahlers H, Keil Ch, Keil T: Schärfe messen anstatt schmecken. Deut Lebensm-Rundsch **112** (3), 114 – 117 (2016).
- [5] Hofstadter DR: Gödel, Escher, Bach – ein endlos geflochtenes Band. dtv/Klett-Cotta (1992).

Kontakt

Dr.-Ing. Dr. sc. techn. Horst Ahlers
 Multisensoric GmbH Jena
 Ottogerd-Mühlmann-Str. 31
 07743 Jena
 hhh-ahlers@multisensoric.de
 www.multisensoric.de