

Sensorik

Pferdefleischdetektion durch Sinnessensorik

In wenigen Millisekunden lässt sich ein Lebensmittel auf Einhaltung seiner Deklaration prüfen

Die „Jenaer Elektronische Zunge Multiionen-Sensoricard“ ermittelt umfassend und im Millisekundenbereich mit mehreren Messkanälen gleichzeitig das elektrochemische Milieu als Ganzes ähnlich wie auch die menschliche Zunge. Die elektronische Zunge ist aber objektiv, unbestechlich und liefert die Beschreibung der Qualität in Art von Fingerprints in Bits und Bytes. Die ermittelten Daten lassen sich elektronisch speichern, verarbeiten und wieder abrufen.

Von Horst Ahlers,
Torsten Keil
und Dirk Wötzel

Die Abbildung eines Objektzustandes mittels elektronischer Sinnessensorik (AHLERS, H., R. REISCH und L. WANG, 2010), insbesondere auf elektrochemische Muster, ist eine neue Beschreibungsmöglichkeit gegenüber einer physikalisch-optischen oder chemisch-analytischen. Allerdings ist sie nicht so augen(ge)fällig, sondern erfordert eine erhöhte Abstraktionsfähigkeit. Die Muster werden ursächlich als elektrische Spannungen aus Ionen enthaltenden elektrolytisch wirkenden Objekten nach einer von Prof. Nernst vor etwa einhundert Jahren abgeleiteten Formel gewonnen (Spannung ~ Temperatur mal Logarithmus naturalis [Gesamtheit der Ionen]) und in Bites und Bytes gespeichert. Das aber ist der Zugang zur High-Tech-Welt des Computers plus Internet und nicht mehr zu ignorieren; im Gegenteil wäre es sträflich, es nicht bis ins letzte

auszureizen. Das Betätigungsfeld „Lebensmittel plus Sinnessensorik“ ist somit abgesteckt und dort insbesondere über die Elektronische Zunge organisierbar (AHLERS, H., R. REISCH und L. WANG, 2010; Flyer der Multisensoric GmbH Jena; WAGNER, M., D. WÖTZEL, T. KEIL und H. AHLERS, 2013 (in Vorbereitung); AHLERS, H., 2012). Ein Paradebeispiel ist aktuell mit dem Stichwort „Pferdefleisch“ gegeben (u.a. Spiegel Online Wirtschaft, 14.02.2013).

Anforderungsprofil

Ein Messverfahren müsste wünschenswerterweise auf ein besonderes Muster zurückzuführen zu sein und eine Überprüfung der Deklaration auf einer Verpackung

zur Überprüfung gestatten. Dann brauchte keine teure und zeitaufwendige Bestimmung der DNA zur Verifizierung herangezogen werden. Beides wird durch das elektrochemische Muster als Fingerprints (Vektormerkmale) mit sogenannten schwachselektiven Elektrodenmessköpfen der elektronischen Zunge geliefert. Sie werden kurz auf das Fleisch gedrückt und generieren auf diesem biologischen Elektrolyten je nach Messkanalanzahl eine gleiche Anzahl von Vektormerkmalen als Zahlenkolonnen. Diese werden in einer Anlernphase gespeichert. Hier lässt sich zur Verifizierung viel Statistik unterbringen, bis das Messobjekt diesbezüglich ausreichend gesichert und abgebildet ist.

Wird alles z.B. noch amtlich bestätigt bzw. standard- und normengerecht einer Validationsprozedur unterzogen, so lässt sich später beim Verkauf durch jeden und an jedem Ort der Welt nachprüfen, ob „drin ist, was draufsteht“. Es muss nur eine elektronische Zunge wenige Millisekunden mit dem Lebensmittel gemäß der Messvorschrift in Kontakt gebracht und mit den gespeicherten angelernten Daten verglichen werden. Das aber macht die Mathematik der Objekt- bzw. Mustererkennung mit ihren Klassifizierungsverfahren ebenfalls in Bruchteilen von Sekunden. Zusätzlich lassen sich so Datenbanken für die Prozesskontrolle in den Produktionsstätten aufbauen und nutzen. Staatliche Ämter haben eine Übersicht und bei Handelskomplifikationen ist eine Verfolgung der Störwelle schnell für ein Eingreifen gegeben. Letztlich kann der Kunde tägliche Stichproben des Supermarkts zur Qualitätsbeurteilung verlangen oder beim Fleischer direkt für jedes zu kaufende Stück sehen, was für eine Qualität, Sorte und Frische er für sein Geld bekommt.

Pferd oder nicht Pferd

Zur Demonstration der Machbarkeit wurden vier verschiedene Pferdefleischproben mit der Jenaer Elektronischen Zunge Multiionen-Sensoricard getestet. In Abbildung 1 ist das Ergebnis einer solchen Messung gezeigt, in dem die nach Nernst generierten elektrochemischen Spannungen auf die einzelnen Achsen aufgetragen wurden. Sie ergeben eine Figur, einen Vektor, ein Muster, das charakteristisch für Pferdefleisch ist und zu seiner Erkennung dient (Abb. 1). Eingestellt waren 400 Millisekunden Messzeit, in der 10 Messwerte aufgenommen und daraus der Mittelwert gebildet wurde. Mit den Mustern ist gezeigt, dass eine mehrfache Absicherung entsprechend der Messkanalanzahl sogar für Entnahmestellen möglich ist.

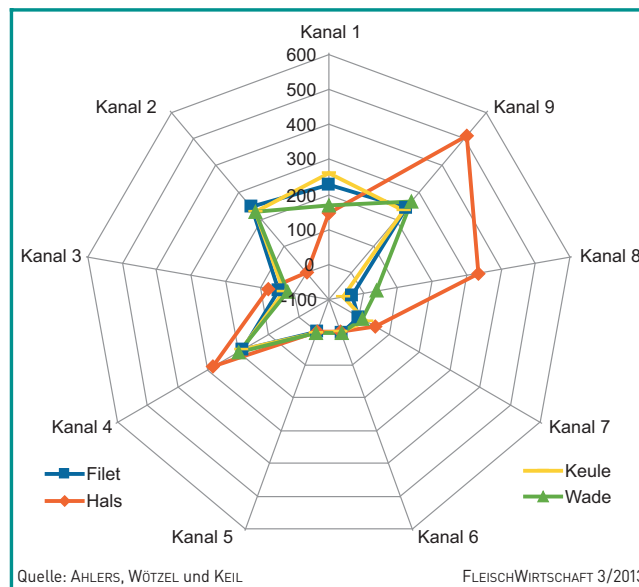


Abb. 1: Neun elektrochemische Spannungen beschreiben jede der vier Pferdefleischstücke und ergeben ein nur für die betreffende Probenqualität (Gesamtheit der Ionen) spezifisches Muster. (Messwerte in Tab. 1).

Jedes Teilstück zeigt ein spezifisches Muster

Tab. 1: Messwerte zu Abbildung 1

	Kanal 1	Kanal 2	Kanal 3	Kanal 4	Kanal 5	Kanal 6	Kanal 7	Kanal 8	Kanal 9
Filet	224,7658	246,3264	44,94858	183,5938	0,770569	0,846863	0	-35,0533	241,9128
Hals	144,2375	-0,46921	77,35825	282,9132	-0,26703	0,762939	53,42102	332,9887	509,4109
Keule	260,2158	227,253	33,37097	185,9894	0,812531	0,671387	20,08057	-59,9518	228,2867
Wade	166,3347	224,4845	22,368	195,2119	0,842701	1,016097	9,332137	38,07068	263,5921

Quelle: AHLERS, WÖTZEL und KEIL

FLEISCHWIRTSCHAFT 3/2013

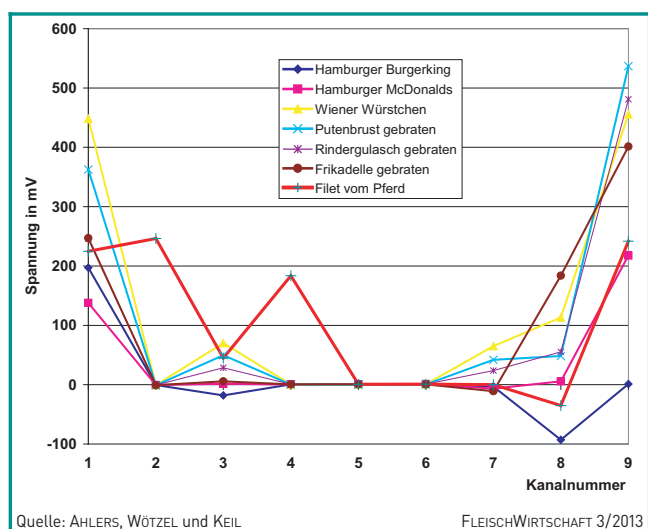


Abb. 2: Verarbeitete Lebensmittel reagieren ebenso spezifisch. Die Pferdefleischprobe ist rot gekennzeichnet (Messwerte in Tab. 2).

Deklaration

Die Zusammensetzung und Produktionstechnologie von Lebensmitteln wird von den betreffenden Herstellerfirmen verantwortet und deklariert. Diese Deklaration ist firmenintern in die genannten elektrochemischen Muster transformierbar und lässt sich als Firmenstandard für den Verkauf fixieren. Wer will oder muss kann eine staatliche Kontrollstelle oder ein Prüfinstitut einschalten.

Zweckmäßig ist es, das elektrochemische Muster als „Fingerprint“-Vektor zu formulieren und zusätzliche Informationen hinzuzufügen. Ein Beschreibungs-Vektor kann für jedes Lebensmittel auf dem in Millisekunden messbaren elektrochemischen Muster abgebildet werden und alle notwendigen Zusatzinformationen enthalten: verbale Produktbeschreibung und Deklaration, humansensorische Beurteilung, optische Bilder, chemische Analysewerte und ein elektrochemisches Muster der „Jenaer Elektroni-



schen Zunge Multiionen-Sensoricard“.

Damit sind Deklaration und Qualität authentisch. Die elektronische Zunge übernimmt die Lieferung des elektrochemischen Musters als gewissermaßen „Kennung“ zum Aufruf auch der restlichen Informationen oder eines ausgewählten Teiles. Mit dem durch die elektronische Zunge schnell und einfach zu ermittelnden elektrochemischen Muster kann nun jeder die Deklaration

zugeordneter Lebensmittel auf den Wahrheitsgehalt prüfen. Er erhält sogar noch die anderen Informationen mitgeliefert und kann, wenn es in die „Kennung“ eingebaut wird, auch die Frische oder Qualität feststellen (WAGNER, M., D. WÖTZEL, T. KEIL und H. AHLERS, 2013 [in Vorbereitung]).

Verbale Erklärungen, die zeigen die Vorgänge bei der Verarbeitung von Pferdefleisch als Rindfleisch, sind nach wie vor Täuschungen nicht gefeit (u.a. Spiegel Online Wirtschaft, 14.02.2013). Die Messung mit der elektronischen Zunge ist im Gegensatz dazu wissenschaftlich exakt und braucht keinen zusätzlichen „Vertrauensbonus“ (zum Beispiel: „Fischkauf ist Vertrauenssache“).

Hamburger und anderes

Zur weiteren Verifikation wurden aus Schwein, Rind und Pute weiterverarbeitete Produkte beispielhaft gemessen. In Abbildung 2 sind diese in ihrer Informationsgewinnung aus den einzelnen Elektroden dargestellt. Man sieht aus der Tabelle oder aus der Grafik, dass die Messkanäle 2,4,5 und 6 bei diesem Messkopf innerhalb der untersuchten weiterverarbeiteten Produktmenge nur geringe Unterscheidungskraft besitzen. Dafür liefern die Messkanäle 1,3,7,8 und 9 recht unterschiedliche Spannungswerte für diese Produkte, so dass sie eine gute Grundlage für eine Sorten- und Qualitätsklassifizierung liefern. Pferdefleisch hat dagegen eine ganz andere diesbezügliche Abhängigkeit, was zu guter Unterscheidung führt. Weiterhin ist erkennbar, dass erst die richtig ausgewählten Elektrodenmaterialien zu der Information führen, die eine ans Lebensmittel gestellte Frage zielführend beantworten.

Resümee

Die Instrumentarium einer elektronischen Zunge liefert neue Zugänge, brennende Fragen rund um das Thema „Lebensmittel“ auf neue Weise zu bewerten und zu lösen.

In Millisekunden lässt sich eine naturwissenschaftlich exakte, elektrochemisch basierte Information gewinnen, die Sorte, Qualität und Frische von Fleisch zu beurteilen gestattet. Dies kann mittels Computer und Internet zu einem Lebensmittel-Sicherungssystem ausgebaut und in letzter Konsequenz weltweit wirksam werden.

Literatur

- AHLERS, H., R. REISCH und L. WANG (2010): Elektronisch riechen, schmecken etc. Elektronische Sinnessensorik für Lebensmittel, Medizin, Umwelt und Technik. Beuth-Verlag, Behrs-Verlag.
- Perde auch?...auch Pferde. Flyer der Multisensoric GmbH Jena, www.multisensoric.de/Literatur - 3. WAGNER, M., D. WÖTZEL, T. KEIL und H. AHLERS, (2013 [in Vorbereitung]): Frischeklassifizierung mit der „Elektronischen Zunge“.
- AHLERS, H. (2012): Geruchsbelastung „schmecken“. Die Quickdetektion von Eberfleischgeruch kann mit der „Elektronischen Zunge“ erfolgen. Fleischwirtschaft 92(12)/2012, 24-26.
- u.a. Spiegel Online Wirtschaft: Rind oder Pferd? EU will DNA-Tests bei Fleisch, 14.02.2013; *Die Welt*: Pferdefleisch gefunden- Real ruft Lasagne zurück; 14.02.2013; ORF: Fleischskandal: Kontrollen in Wien, 14.02.2013; n-tv: Viele weitere Funde. Pferdefleisch gab es auch bei Aldi, 15.02.2013.

Anschriften der Verfasser

Dr. Horst Ahlers, Ottogerd-Mühlmann-Straße 31, 07743 Jena; Dipl.-Phys. Dirk Wötzel, Im oberen Dorf 19, 99510 Eckolstädt; Dipl.-Ing. (FH) Torsten Keil, Münchinger Str. 22, 71828 Hemmingen

Unterschiedliche Lebensmittel zeigen unterschiedliche spezifische Muster

Tab. 2: Messwerte zu Abbildung 2

	Kanal 1	Kanal 2	Kanal 3	Kanal 4	Kanal 5	Kanal 6	Kanal 7	Kanal 8	Kanal 9
Hamburger Burgerking	197,2237	-0,48447	-18,0054	0,492096	0,762939	0,843048	-3,25012	-92,8307	1,056671
Hamburger McDonalds	137,8899	-0,59509	1,590729	0,335693	0,816345	1,155853	-6,70624	5,565643	217,7429
Wiener Würstchen	448,5054	-0,85449	70,16754	0,38147	0,518799	0,621796	65,07111	113,1973	455,5435
Putenbrust gebraten	362,57	-1,01301	49,73094	0,169542	0,135634	0,436571	41,8218	48,35341	536,8593
Rindergulasch gebraten	246,4409	-0,61035	28,61023	0,671387	0,900269	0,991821	23,8533	55,37033	480,8617
Frikadelle gebraten	247,0627	-0,89264	5,687714	0,511169	0,743866	0,595093	-11,013	183,754	401,3901
Filet vom Pferd	224,7658	246,3264	44,94858	183,5938	0,770569	0,846863	0	-35,0533	241,9128