

Brauen und nur beschauen?

Elektronische Zunge liefert objektiven Maßstab für den Alltag des Brauers

Die Einführung einer neuen, elektrochemisch basierten Zustandsbeschreibung von Ionen enthaltenden Objekten wie dem Bier führt zu einem technischen Qualitätskontrollinstrument mit einfacher Handhabung für die Praxis, wenn es erst einmal angelernt ist. Dann werden teure und zeitintensive Analysen sowie subjektive humansensorische Begutachtungen auf objektive, wissenschaftlich abgesicherte Erkennungsaufgaben zurückgeführt.

Schon im Jahr 1487 erließ der bayrische Herzog Albrecht IV. eine Norm, dass das Bier auch beschaut werden müsse und dass es nur aus Gerste, Hopfen und Wasser herzustellen wäre. Mehr war nicht für die Qualitätssicherung vorgesehen [1].

Heute steht die ganze chemische Analytik zur Verfügung, doch die Prozessbegleitung beim Bierbrauen zum Erreichen gewünschter Qualitäten dieses Lebensmittels ist immer noch nicht vollständig und bequem für den Brauer. So muss oft seine Zunge herhalten, um den jeweiligen Zustand „abzuschmecken“. Viel besser ist das eine Zunge, die diese Aufgabe elektronisch übernimmt, ständig zur Verfügung steht und keinerlei Unwohlsein kennt, das heißt objektiv einen Zustand feststellt.

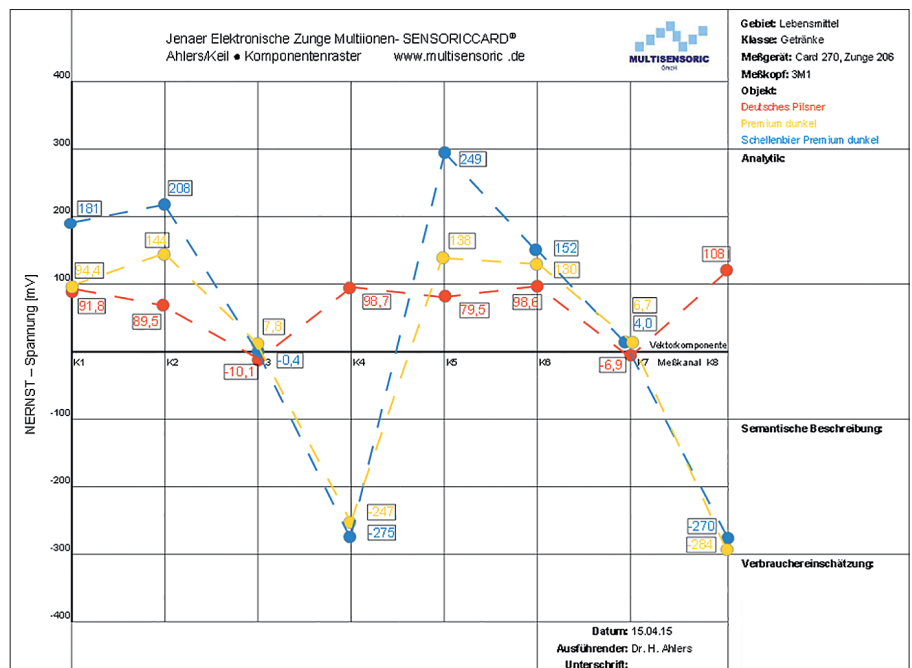


Abb. 1: Kennungen von drei im Jenaer Braugasthof Papiermühle gebrauten Biersorten

Sortenunterscheidung

Neben der bisherigen Beschreibung einer Biersorte wird durch eine elektronische Zunge eine neue elektrochemisch basierte möglich. Sie ist in erster Linie nicht für den Kunden gedacht, wenngleich er mit einer solchen Kennung nachprüfen kann, ob sie der Deklaration entspricht.

Horst Ahlers

Hochschuldozent
Dr.-Ing. habil. et Dr. sc. techn.,
MULTISENSORIC GmbH, Jena

Tom Krejsta

Diplom-Braumeister,
Jenaer Braugasthof Papiermühle

Diese Kennung setzt sich hier aus acht Vektorkomponenten, die als Messspannungen an den einzelnen Elektroden (Messkanäle) entstehen, zusammen. Sie sind gewissermaßen der wissenschaftlich exakte objektive elektrochemische Fingerprint zur Beschreibung einer Biersorte und können parallel zu bisherigen Beschreibungen verwendet werden (siehe Abbildung 1).

Elektronische Zunge

Sollen die Eigenschaften der biologischen Zunge auf ein technisches Äquivalent übertragen werden, so ist deren Geschmacksfeststellung zwar an Ionen gebunden, aber nicht sehr selektiv [2]. Obwohl sich daran ge-

wöhnt wurde, den Geschmack auf der Zunge an bestimmten Stellen zu verorten, zeigen genauere Untersuchungen, dass jede Papille alle Geschmäcker beziehungsweise Ionensmischungen als Ganzes detektiert.

Sie sind schwachselektiv. Deshalb braucht die elektronische Zunge in ihrer Äquivalenzfunktion auch nur diese Art der Selektivität zu erreichen und umgeht damit den teuren selektiven Ionensondenaufwand.

Die zweite wesentliche Eigenschaft der Zunge ist im Zusammenwirken mit dem Gehirn zu sehen. Sie wird dadurch ein lernfähiges Gebilde. Eine elektronische Zunge ist deshalb erst mit der technischen Intelligenz des Computers vollwertig.

Der qualitative Quantensprung zwischen biologischer Zunge und der elektronisch-technischen Zunge ist aber der Übergang von der Subjektivität zur Objektivität [3]. Mit dieser Eigenschaft ist sie ein Instrument zur Qualitätsüberwachung und -steuerung auch des Bieres und des Bierbrauens.

Prozessbegleitung mit der elektronischen Zunge

Die ständige Verfolgung des Brauprozesses mit einer angelernten elektronischen Zunge macht sie zu einem Assistenten für den täglichen Gebrauch. Ein solcher Brauprozess ist in Abbildung 2 anhand von zwei aus acht eingesetzten Messkanälen demonstriert.

Hinzugefügt ist die vom Brauer erstellte (semantische) Beschreibung. Man sieht deutlich die Veränderungen der elektrischen Spannungen bei Veränderungen des Zustandes vom Ansatz über die stürmische Gärung und den anderen Behandlungen bis zum fertigen verkaufsfähigen und abgefüllten Bier.

Aus Abbildung 2 sind zwei ausgewählte Messkanäle (Vektorkomponenten, Fingerprint) mit charakteristischem Kurvenverlauf während des Brauprozesses ersichtlich:

- Tag 1: Sud 1 gekühlt auf eine Anstelltemperatur von 8 bis 9°C, anschließend mit Sterilluft belüftet und im Gärtank Hefe dazugegeben (Hefegabe ca. 1 l/hl Anstellwürze). Beginn der Hefevermehrung (bis O₂ aufgebraucht).
- Tag 2 und 3: An beiden Tagen jeweils noch 1 Sud gebraut und zu Sud 1 gegeben. Beginn der drucklosen Gärung, Temperatur steigt auf 10°C an.
- Tag 4: Beginn der Kräusenbildung (Jung- oder Niederkräusen). Feinblasiger Schaum wird höher und bekommt braune Kappen.
- Tag 5: Beginn der Hauptgärung. Hochkräusen: Gärung in der intensivsten Phase. Die Kräusen sind höher und großblasiger. Größter Abfall des pH-Wertes (pH-Sturz genannt, von ungefähr 5,5 in der Anstellwürze auf 4,4 im Jungbier).
- Tag 7: Hauptgärung in vollem Gange, hohe und dichte weiße Decke. Temperatur während der Hauptgärung durch Kühlen bei 10°C.
- Tag 8: Extraktgehalt mittels Würzespindel (Saccharometer) bei 7 Prozent festgestellt. Kühlen auf 9°C.

- Tag 10: Hauptgärung neigt sich dem Ende. Decke bekommt vermehrt braune Flecken. Extraktgehalt bei 6,5 Prozent.
- Tag 11: Hauptgärung weitgehend beendet. Fallende Kräusen. Extraktgehalt bei 5,5 Prozent. Kühlen auf 6,0°C.
- Tag 14: Umpumpen des Jungbieres mit 4 Prozent Extraktgehalt aus Gärtrank drucklos in Lagertank. Lagerung unter Druck.
- Tag 15: Nachgärung unter Druck und Absenken der Temperatur, um Kohlensäure im Bier zu binden. Abbau von Jungbier-Bukettstoffen (Diacetyl, Aldehyde, Schwefelverbindungen).
- Tag 23: Nachgärung weitgehend beendet. Beginn der Phase der Lagerung und Reifung (unter 2°C). Pilsner Biere mindestens sechs Wochen. Klärung durch Absetzen von Hefezellen und Eiweiß-Gerbstoffverbindungen (Kältetraub). Weiterer Abbau von Jungbier-Bukettstoffen im Laufe der Reifung.
- Tag 92: Flaschenabzug.

- Tag 118: Kenngrößen aus allen acht Vektorkomponenten für das Burschenpils.

Resümee

Da der Geschmack sich über die Einwirkung von Ionen auf die Rezeptoren der biologischen Zunge vermittelt, ist eine elektronische Zunge, die in äquivalenter Weise ebenfalls auf Ionenkonzentrationen anspricht, ein probates Mittel für Prozessbegleitung und -optimierung eines Brauprozesses zur Erzeugung von Qualitätsbieren. Dies ist in diesem Artikel in Bezug auf die Machbarkeit dargelegt. Ein Routineeinsatz verlangt allerdings noch eine ausführlichere und fundiertere Anlernphase und Kopplung mit der mathematischen Objekt- bzw. Mustererkennungstheorie. □

Literatur

- [1] Reinheitsgebot. Wikipedia.org/Reinheitsgebot. 20. Februar 2015
- [2] R. F. Schmidt, F. Lang, M. Heckmann (Hrsg.). Physiologie des Menschen. Springer 2007
- [3] www.multisensoric.de

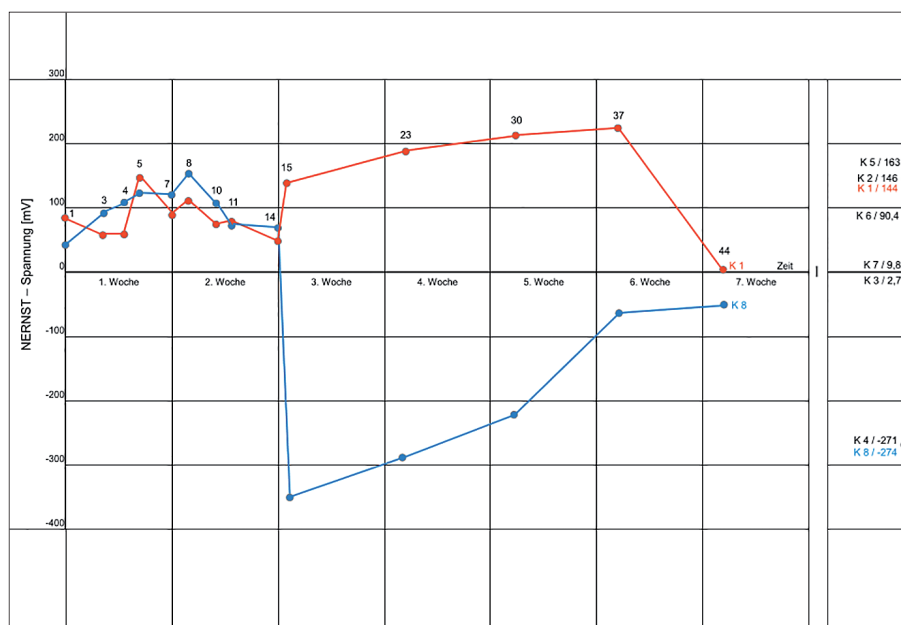


Abb. 2: Jenaer Elektronische Zunge Multiionen-SENSORICARD® Card: 270; Zunge: 206; Messkopf: 3M1; Gebiet: Lebensmittel; Klasse: Getränke; Objekt: Burschenpils; Jenaer Braugasthof Papiermühle