

Entwicklung eines Aromarades für Brot

MICHAEL KLEINERT, A. BONGARTZ, E. RAEMY, WÄDENSWIL

1. Einleitung

Brot ist ein traditionelles Lebensmittel, welches der Menschheit seit der Systematisierung des Getreideanbaus und der Erfindung des Backofens als Nahrungsquelle dient (1). Über 500 Aromastoffe wurden bis heute anhand chemischer Analysen (z. B. Gaschromatographie) in Brot identifiziert (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9). Leider werden die Kenntnisse über diese Aromenvielfalt bei der Entwicklung und Herstellung sowie dem Verkauf von Brot (Backwaren) an den Endkonsumenten derzeit nur unzureichend kommuniziert. Bekannte Attribute für die Beschreibung von Brot spiegeln bislang eher Fehleraromen oder hedonische Begriffe wider, statt ein geeignetes Vokabular, welches bei der sensorischen Beschreibung der vielseitigen Aromakomponenten von Brot geeignet wäre.

Um Brot einen höheren Stellenwert im Markt der Lebensmittel zu verschaffen, besteht, seitens Produktion und Handel sowie der an Sensorik interessierten Kreise, das Bedürfnis ein einheitliches und standardisiertes System, welches

die wichtigsten Brotaromakomponenten beinhaltet, zu entwickeln. So genannte Aromaräder / Flavourwheels bieten in diesem Zusammenhang die Möglichkeit sowohl Aromen als auch Geschmackseigenschaften von Lebensmitteln systematisch zu gruppieren und darzustellen. Beispiele gibt es bereits für andere Lebensmittelkategorien wie beispielsweise Wein, Käse, Kaffee, Whiskey, Olivenöl, etc.

In einem Flavourwheel werden charakteristische Aromen, relevante Geschmackseindrücke sowie ggf. auftretende trigeminale Empfindungen erfasst und gruppiert. Da im deutschsprachigen Sprachraum der Begriff Aromarad bekannter ist als der Begriff Flavourwheel, wird dieser bevorzugt, obwohl das in vorliegender Studie erarbeitete Aromarad für Brot auch Geschmackseindrücke und trigeminale Empfindungen berücksichtigt.

Am Institut für Lebensmittel- und Getränkeinnovation (ILGI) der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW), Wädenswil, wurde in Zusammenarbeit mit Emosens, der Sensorik-Abteilung des Schweizer Mühlen-

unternehmens Groupe Minoteries in Granges-Près-Marnand, eine neue Systematik nach Art der Aroma-resp. Flavourwheels entwickelt. Ziel war es dabei die olfaktorischen und gustatorischen Eigenschaften bekannter Brotsorten einerseits überhaupt zu identifizieren und andererseits einheitlich und allgemeinverständlich zu beschreiben. Grundlegend für die Zielerreichung waren einerseits wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse aus diversen Schweizer Brot-Studien sowie andererseits die Nutzung des vielseitigen Erfahrungspotentials der eingesetzten Sensorik-Panels. Ergebnisse vorliegender Studie können aber trotz der Erarbeitung in der Schweiz durchaus auf andere Länder des deutschsprachigen Raums (Deutschland, Österreich, u. a.) übertragen werden.

Zur sensorischen Produkt- und Prozessoptimierung, wie auch zur Beurteilung der Qualität von Backwaren, wurde ein dreistufiger Ansatz gewählt. Im Zentrum steht dabei eine hedonische Prüfung (Konsumententest), welche die Beliebtheit und Akzeptanzurteile der Konsumenten erfasst. Weiterhin

werden sensorische Profile durch trainierte Prüfer (deskriptive Analyse), welche schliesslich von der Wissenschaft durch instrumentelle Analysen und die Erfassung chemisch-physikalischer Eigenschaften untermauert werden.

Das „Aromarad Brot“ kann in allen drei Bereichen – der Konsumenten, der trainierten Prüfer und der Wissenschaft, eingesetzt werden.

2. Vorgehen

Die Vervollständigung und Vereinheitlichung des gegenwärtig eingesetzten Vokabulars für die sensorische Beschreibung von Brot war das wichtigste Ziel vorliegender Arbeit. Um dieses zu erreichen, wurde in einem ersten Schritt für ausgewählte Produkteigenschaften von Brot ein System von Referenzen zur Beschreibung von Brotaromen entwickelt. Eine geeignete Grundmatrix (Brotkrume) wurde definiert,

in welche verschiedene Lebensmittel, d. h. Stellvertreter für verschiedene Aromengruppen in Brot, in geeigneter Konzentration eingearbeitet wurden. Nachfolgend wurden die fertigen Prototypen durch ein sensorisches Fachpanel verifiziert und als Referenz-Substanzen validiert. Die wichtigsten Attribute wurden definiert und mit Bildmaterial unterlegt. Mögliche Wort / Bild Assoziationen sollen dem Prüfer während der sensorischen Beschreibung von Brot eine weitere Hilfestellung bieten. Diese visuelle Unterstützung ist eine wesentliche Neuerung im Vergleich zu bestehenden Aromarädern für Wein u. a. Lebens- und Genussmitteln. Sie unterstützt die Fixierung gewonnener olfaktorischer und gustatorischer Kenntnisse nicht nur im sensorischen Kurzzeit-, sondern auch im Langzeitgedächtnis.

Neben Fachleuten, zur Verifizierung und Validierung des Referenz-Systems, wurden auch Kon-

sumenten einbezogen. Ziel war es, die neue Systematik bei Laien einerseits auf Akzeptanz zu prüfen und gleichzeitig auch sicherzustellen, dass die Verständlichkeit eines derartigen Kommunikationsmittels gegeben ist.

3. Theoretische Grundlagen

3.1 Sensorische Analyse

In der sensorischen Analytik werden charakteristische Eigenschaften von Lebensmitteln (Aussehen / Farbe, Geruch / Aroma, Geschmack und Textur) mit Hilfe der menschlichen Sinne trainierter Prüfer in Qualität (Art des Attributs) und Quantität (Intensität) beschrieben. Diese Empfindungen sind zunächst wertfrei und erst durch den Vergleich mit einem Standard resp. einer Erwartungshaltung als „gut“ oder „schlecht“ qualifizierbar“ (11). Die sensorische Analyse wird seit etwa 50

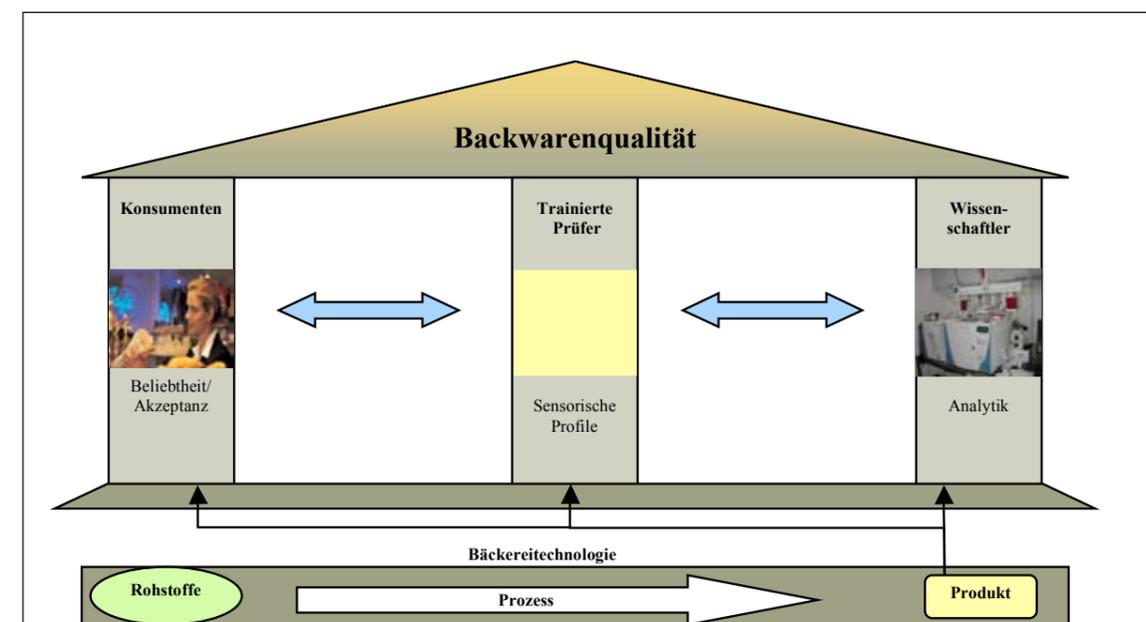


Abbildung 1: Dreistufiger Ansatz zur Beurteilung von Backwaren (10)

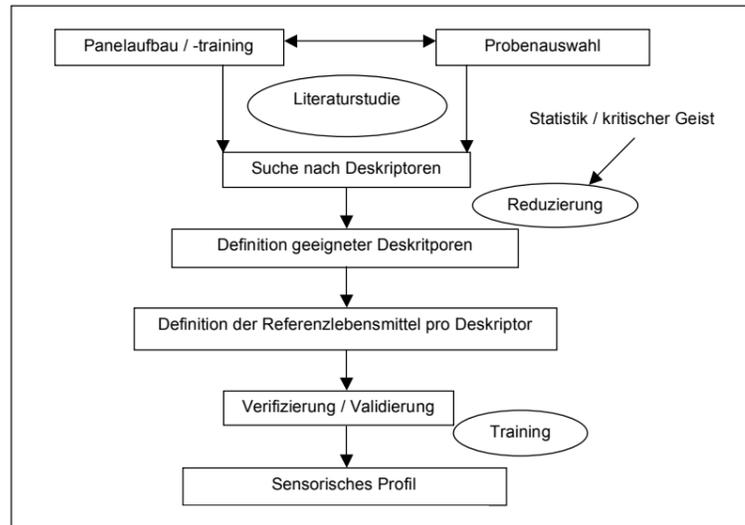


Abbildung 2: Phasen der Erstellung eines sensorischen Profils (15)

Jahren in der Lebensmittelindustrie eingesetzt, um Produkte für den Konsumenten zu optimieren und auf dem Markt erfolgreich zu lancieren (12).

Attribute resp. Deskriptoren bezeichnen charakteristische sensorische Eigenschaften eines Lebensmittels, die geeignet sind, verschiedene Produkte zu unterscheiden (13). Bei der Suche nach Deskriptoren ist es immer das Ziel, alle wichtigen olfaktorischen und gustatorischen Aspekte des Produktes zu berücksichtigen. Ein Attribut muss dabei qualitativ wie quantitativ diskriminativ und keinesfalls hedonisch oder gar mehrdeutig sein (14).

Die nachfolgende Abbildung stellt

die verschiedenen Phasen der Erstellung eines sensorischen Profils dar. Die Hauptaufgabe besteht in der Suche und Auswahl geeigneter Deskriptoren, die einen maximalen Informationsgehalt hinsichtlich der sensorischen Eigenschaften des zu analysierenden Produktes bieten.

Im Anschluss an die Definition geeigneter charakteristischer Eigenschaften eines Produktes ist es wichtig, die Prüfer für die sensorische Beschreibung zu trainieren und ihnen das Erkennen dieser Deskriptoren zu erleichtern. Hierfür werden Referenzen (aromen- oder lebensmittelbasiert) eingesetzt, welche geeignet sind die cha-

rakteristischen Eigenschaften des jeweiligen Deskriptors zu repräsentieren.

3.2 Sensorische Analyse von Brot

Es gibt verschiedene sensorische Methoden, die bei der Beurteilung von Brot zur Anwendung kommen. Diese Methoden sind oft spezifisch und produktbezogen (z. B. für Roggenbrot AOC Wallis) und deshalb nicht für alle Brotsorten anwendbar. Für übergeordnete Produkteigenschaften wie „Geruch“ und „Geschmack“ werden in bislang üblichen Brotbeurteilungsformularen häufig Attributsausprägungen wie „fade“ und „zu salzig“ eingesetzt. Dies sind hedonische oder bewertende Begriffe und sollten in objektiven Produktbeschreibungen nicht eingesetzt werden. Ebenso müsste sich ein Attribut wie „fremd“ unbedingt auf einen Standard beziehen, um es einordnen zu können. Es ist somit für eine wertfreie Beschreibung eines Produktes nicht geeignet. Weitere Kriterien wie „herb“, „süßlich“, „säuerlich“ sind eher allgemeiner Natur oder beschreiben Fehler wie beispielsweise das Attribut „muffig“. Sie gehören nicht zu den geeigneten Begriffen einer Brotaromabeschreibung (16). Bei-

Tabelle 1: Rezeptur zur Herstellung der Stammlösung „Toast“

ATTRIBUT Toast	
Zutaten / Mengen	Herstellung der Stammlösung
- 10 g zerriebenes, getoastetes Brot - 20 ml Propylenglykol - 30 ml Wasser	Mehrere Toastbrot-Scheiben im Backofen toasten, den getoasteten Teil mit einem Messer abreiben, 10 g davon mit Propylenglykol und Wasser mischen.

spiele für solche Vorlagen sind das „Richemont Beurteilungsformular“ oder das „DLG-Prüfschema für Brot“. Zur qualitativen Beurteilung von Brot leisten diese Prüfschemata in Form einer Fehleransprache einen wertvollen Beitrag.

3.3 Aromagenese in Brot

Getreideart und Getreidesorte bilden mit ihren Inhaltsstoffen die Ausgangsbasis für die Aromagenese im Endprodukt Brot. Der Ausmahlungsgrad des Kornes, bereits vorhandene Aromaverbindungen sowie die Enzymaktivität des Mehles sind weitere relevante Faktoren (17).

Die Aromabildung im Brot im chronologischen Überblick:

1. Fermentation des Teiges durch Hefe und Milchsäurebakterien

2. Fettoxidation
3. Thermische Reaktionen während des Backprozesses (Maillardreaktionen)

Die Fermentation des Teiges ist die entscheidende Phase. Sie hat 2 wichtige Funktionen, nämlich die Volumenbildung und Lockerung der Produkte sowie die Genese typischer Aromakomponenten (18). Zur Aromabildung ist die Stoffwechselaktivität der Backhefe ebenso von Bedeutung wie der Beitrag der Laktobazillen (19). Eine weitere dominante Rolle spielen aber auch die Stoffwechselprodukte, welche über die Maillardreaktion beim Backprozess entstehen

Gaschromatographie, Aromaextraktverdünnungsanalyse und Isotopenverdünnungsanalyse sind geeignete chemische Analysen-

methoden für die Untersuchung flüchtiger, aromaaktiver Verbindungen im Brot. Die wichtigsten chemischen Verbindungen gehören zu den Gruppen der Aldehyde, Alkohole, Ketone, Ester, Hydroxy- und Ketosäuren, sowie der Fettsäuren, Pyrazine, Pyrroline, Furane und Laktone (20).

3.4 Aromaräder

Aromaräder sind standardisierte, produktspezifische Hilfsmittel zur sensorischen Beschreibung von Aromen und Geschmackseindrücken in Lebensmitteln (21). Der Aufbau von Aromarädern ist prinzipiell immer gleich. Sie sind i. d. R. aus zwei bis drei Begriffs-Ebenen aufgebaut. Die innerste Ebene enthält übergeordnete Familien, in der mittleren Ebene sind die Un-

Tabelle 2: Text- und Bildmaterial von 4 Familien des „Aromarades Brot“

Familie	Definition
Fruchtig z.B.: Banane	 Diese Familie repräsentiert die Welt der Früchte, ob natürlich (roh, kalt) oder in verarbeitetem Zustand (erhitzt, warm), mit Vertretern wie Apfelwein oder Most. „Fruchtig“ beschreibt eine olfaktorisch (d.h. ortho- und retronasal) wahrzunehmende Note, die einer reifen Frucht entspricht.
Gärig z.B.: Hefe	 Die Familie „Gärig“ enthält die Unterfamilien „Hefe“ und „Sauerteig“. Diese Aromen beschreiben weitere intrinsische Merkmale von Brot. Die Gärungsnoten können am besten beschrieben werden als säuerliche, laktische, pikante und fruchtige Noten.
Röstig z.B.: getoastet	 Die Röstaromen entstehen bei der Maillard-Reaktion während des Backprozesses resp. der Hitzeinwirkung auf den Teig. Als Synonym für Rösten kann auch der Begriff „Grillieren“ verwendet werden. Es gibt verschiedene Stufen und Intensitäten der Röstung: das Spektrum der Attribute dieser Familie erstreckt sich von „leicht geröstet“ bis hin zu „verbrannt“.
Würzig z.B.: Blumenhonig	 Würzige Aromen treten tendenziell öfter bei dunklen als bei hellen Broten auf. Diese Aromafamilie repräsentiert sowohl blumige als auch würzige Noten und vereint Attribute, die leicht süßliche (Honig-Vanille) und leicht pikante Noten (Pfeffer-Gewürznelke) beschreiben.

terfamilien aufgeführt und die äusserste Ebene enthält monodimensionale, d. h. eindeutige und unverwechselbare Begriffe.

4. Material und Methoden

4.1 Referenzen

Damit die charakteristischen Eigenschaften des Brotes von Prüfern möglichst gleichartig erkannt und beschrieben werden können, werden für ihr Training Referenzsubstanzen definiert und entwickelt. Dem Einsatz von natürlichen Rohstoffen (Lebensmitteln) zur Herstellung dieser Referenzen wurde der Vorzug gegeben. Denkbar wäre es aber auch gewesen, Referenzen mittels Einsatz von Aromaextrakten oder künstlich hergestellten Aromen herzustellen.

Vorteil der lebensmittelbasierten Referenzen ist jedoch einerseits, dass jeder Leiter eines sensorischen Panels auf einfache Weise Referenzen zum Trainieren seiner Panelisten herstellen und einsetzen kann, somit also keine Abhängigkeit vom Bezug der entsprechenden Aromen entsteht. Ausserdem sind Produktreferenzen, also lebensmittelbasierte Referenzen (wie zum Beispiel das Produkt „Haselnuss“), i. d. R. komplexer und repräsentieren die charakteristischen Eigenschaften der Deskriptoren (Attribute) besser als Einzelaromen. Damit die Intensität einer Referenz in etwa der Intensität des Attributs (Aromas) im Produkt entspricht, kann nicht einzeln beispielsweise eine Haselnuss als Referenz gebraucht werden, sondern muss die Aromaintensität

dieses eingesetzten Lebensmittels erniedrigt und genau eingestellt werden. Dafür wurde eine Matrix zur Erstellung der Referenzen eingesetzt. Als Matrix für die Brotreferenzen wurde die Krume von Halbwaisbrot eingesetzt, so dass jede Referenz gleichartig einen „Aromahintergrund Brot“ aufweist - zusätzlich zu den unterschiedlichen sensorischen Ausprägungen der lebensmittelspezifischen Produkte (z. B. Haselnuss).

Das Lebensmittel (z. B. Haselnuss), welches auf die Matrix (Brotkrume) appliziert wird, ist aus einer homogenen Mischung mit Propylenglykol (1, 2- Propanediol) und destilliertem oder neutralem (geruchs- und geschmacksfreien) Leitungswasser hergestellt worden. Diese homogene Mischung wurde als Stammlösung bezeichnet. Propylenglykol ist sowohl Lösungsmittel als auch Aromaträger und wird vielfach in der Parfümerie eingesetzt. In vorliegender Anwendung dient es auch der Konservierung des Referenzaromas. Für insgesamt 17 Attribute wurden entsprechende Referenz-Rezepturen erarbeitet.

4.2 Bilder und Definitionen

Um Prüfern eine zusätzliche Hilfestellung zu bieten, wurden zusätzlich zur Herstellung der Lebensmittelreferenzen (siehe Kapitel 4.1.), sowohl für die übergeordneten Familien wie die einzelnen Deskriptoren, detaillierte Beschreibungen resp. Definitionen formuliert. Zusätzlich wurden die den Referenzen zugrunde liegenden Lebensmittel auch bildlich festgehalten, um bei der Anwendung des

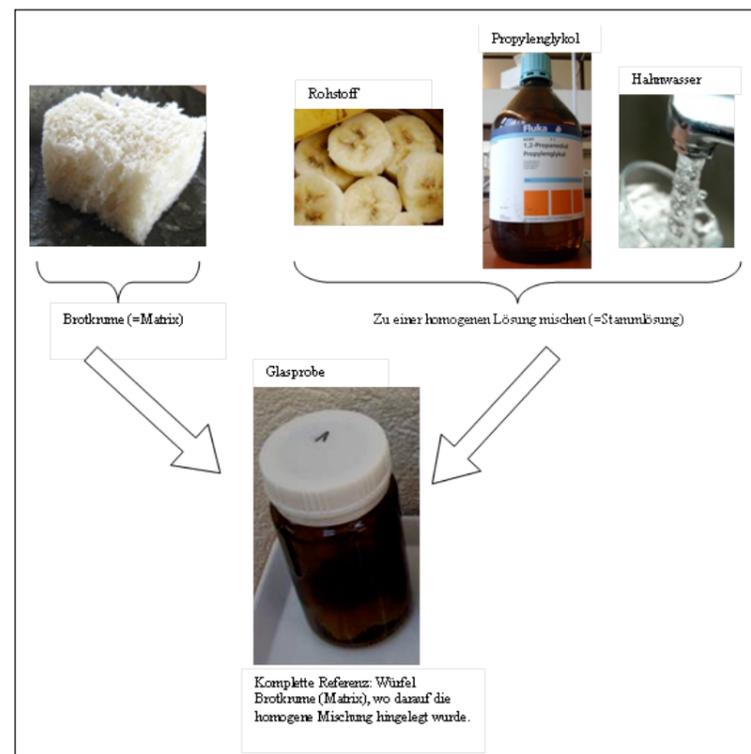


Abbildung 3: Herstellung einer Referenz am Beispiel Banane



Abbildung 4: Degustationsset (links: Baguette; rechts: Roggenbrot)

Aromarades Text / Bild -Assoziationen zuzulassen.

4.3 Paneltraining

Für die Verifizierung und Validierung von Referenzen sowie Text- und Bildmaterial wurde ein Fachpanel aus Emosens eingesetzt.

Ziel war es, dass die Panelisten mit Hilfe eines Aromarad-Prototypen, der sowohl Begriffe wie Definitionen und Bilder enthielt, sämtliche 17 Referenzen erkennen und bestätigen würden, die für Brot diskriminativ sind. Diese 17 Referenzen waren: Banane, Soja, Karamell, Heu, Hefe, Malz, Sauerteig, Kleie, Pilz, Ananas, Erdnuss, Haselnuss, Birkenblätter, Vanille, Gurke, Honig und Toast. Daneben sollten die Panelisten einzelne Brotsorten (Roggenbrot, Dinkelbrot, Baguette (weiss), Baguette (Favorite)) mit Hilfe des Aromarades beschreiben, und dabei festhalten, welche Brotsorten besonders typisch für bestimmte Deskriptoren sind.

4.4 Konsumententest

Damit die Akzeptanz der neu erstellten Systematik für die Be-

schreibung von Brotaromen beim Konsumenten geprüft und ausserdem sichergestellt werden kann, dass diese Begriffswelt auch für Laien transparent sein würde, wurde ein Konsumententest durchgeführt. Jeder Konsument musste 5 Referenzen (Banane, Sauerteig, Toast), Heu und Honig), mit Hilfe des Aromarad-Prototypen nachvollziehen und bestimmen können. Ausserdem mussten die Konsumenten 2 Brotsorten (Tessinerbrot und Brot aus Roggen- und Dinkelmehl) degustieren und mit Hilfe der gleichen 5 Referenzen beschreiben. Weiter wurden Fragen allgemeiner Art gestellt. Zum Beispiel versuchte man zu erheben, wie offen der jeweilige Konsument dem Thema „Brotaromen“ gegenübersteht.

5. Ergebnisse und Diskussion

5.1 Referenzen

Für die Herstellung von Referenzen wurden jeweils 5 ml oder 5 g eines Lebensmittels (je nach Konsistenz) mit Propylenglykol und Wasser gemischt. Je nach Referenz wurde eine bestimmte Konzentration die-

ser homogenen Lösung auf 10g Matrix aufgetragen und zur Aufbewahrung in ein dunkel gefärbtes Schraubglas verbracht (siehe Abbildung 3).

Die so hergestellten Referenzen wurden durch das Fachpanel verifiziert und validiert. Sie sind somit als geeignete Basis für Paneltrainings bestätigt und können



Abbildung 4a: Konsumentin während der Degustation

entsprechend eingesetzt werden. Obwohl natürliche Referenzen (Lebensmittel) bzgl. ihrer sensorischen Eigenschaften durchaus natürlichen Schwankungen unterliegen, wurden diese den aromenbasierten Referenzen vorgezogen. Einer der wichtigen Vorzüge von Lebensmittel-Referenzen ist, dass sie ohne weitere Vorkenntnisse oder Beziehungen zur Aromenindustrie von jedem Panelleiter auf einfache Weise hergestellt und eingesetzt werden können.

Die Stabilität und Lagerfähigkeit der Stammlösungen (Lebensmittel in Propylenglykol und Wasser) sowie der fertigen Referenz (Matrix + Stammlösung) wurde in vorliegender Studie evaluiert. Die Versuche ergaben, dass die Lagerung der Stammlösung im Kühlschrank bei 5°C ohne weiteres 2 bis 3 Wochen möglich ist. Einzige Ausnah-

den. Das System der Referenzen kann auf einfachem Wege, mittels Einsatz leicht verfügbarer Komponenten (→ Lebensmittel, Propylenglykol, Wasser, Brotkrume) auf einfache Weise nachgebaut und im Training von Panelisten eingesetzt werden.

Eine breite Nutzung des Aromarades als Werkzeug der Qualitätsbeurteilung von Brot, kann in einem mittelfristigen Zeitraum von mehreren Jahren erfolgen, bedarf jedoch stetiger Schulung bei gleichzeitiger systematischer Nutzung dieses Instruments. In der Praxis wird sich die Eignung des Aromarades bestätigen. Stetiges Training mit dem Rad und dem Referenz-System wird seine Anwendbarkeit erleichtern.

Brot ist ein stark regional geprägtes resp. länderspezifisches Produkt. Auf Grundlage des vorliegenden, in der Schweiz entwickelten deutschsprachigen Aromarades, steht einer Nutzung (ggf. nach Ergänzung / Weiterentwicklung im Hinblick auf spezifische Begriffe) des Rades über die Grenzen der Schweiz hinaus nichts im Wege.

7. Ausblick

Ziel ist es in naher Zukunft ein Hilfsmittel in Form eines Booklets zur Verfügung zu stellen, das geeignet ist, die sensorische Begriffswelt von Brot sowohl für den interessierten Laien als auch den Fachmann zu vereinheitlichen und transparent zu machen. Einsatz könnte ein solches

Booklet bei sensorischen Trainings objektiver Prüfer ebenso wie bei Verkaufsdegustationen mit Konsumenten finden.

Nachfolgend werden mögliche Einsatzgebiete des Aromarades zusammenfassend aufgelistet, die generell folgende übergeordneten Ziele verfolgen:

- Entwicklung einer Sprachwelt für die Beschreibung des Brotaromas
- Entwicklung einer Bildwelt für die Beschreibung des Brotaromas

1. Schulung von Personen aus der Getreide- Müller- und Bäckereibranche

- Lernende in Produktion und Verkauf

- o Sensibilisierung für die Brotaromavielfalt bereits bei der Ausbildung

- Produktion, Entwicklung und Qualitätsmanagement

- o Erstellung von gewünschten Aromaprofilen für eine gezielte Produktentwicklung

- Marketing- und Verkaufspersonal

- o Erstellung von Aromaprofilen bestehender Produkte zur Profilierung am Point of Sale

2. Seminare von Bäckern für Kunden, zur Entdeckung des Geheimnisses Brotaroma (Förderung des Costumer-Relation-Managements)

3. Schulung von Personen aus dem Handel und interessierten Kreisen (z.B. Journalisten)

8. Dank

Vorliegende Arbeit wurde im Rahmen der Bachelorarbeit von Esther Raemy im Studiengang Lebensmitteltechnologie der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) durchgeführt. Die Autoren danken den Mitarbeitern der Fachgruppen Backwarentechnologie und Sensorik des Instituts für Lebensmittel- und Getränkeinnovation (ILGI) der ZHAW, sowie dem Fachpanel Emosens der Firma Minoterie für die gute Zusammenarbeit und umfassende Unterstützung.

Literatur

1. Eiselen, H. (1995): Brotkultur, Vater und Sohn Eiselen-Stiftung, Ulm, und DuMont Buchverlag, Köln
2. Kirchhoff, E., Schieberle, P. (2002): Quantitation of Odor-Active Compounds in Rye Flour and Rye Sourdough Using Stable Isotope Dilution Assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Nr. 50, S. 5378-5385
3. Kirchhoff, E., Schieberle, P. (2001): Determination of Key Aroma Compounds in the Crumb of a Three-Stage Sourdough Rye Bread by Stable Isotope Dilution Assays and Sensory Studies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Nr. 49, S. 4304-4311
4. Heiniö, R., Katina, K., Wilhelmson, A., Myllymäki, O., Rajamäki, T., Latva-Kala, K., Liukkonen, K. H., Poutanen, K. (2003): Relationship between sensory perception and flavour-active volatile compounds of germinated, sourdough fermented and native rye following the extrusion process. *Lebensm.-Wiss.- u. Technol.* Nr. 36, S. 533 – 545
5. Schieberle, P., Grosch, W. (1991): Potent odorants of the wheat bread crumb; Differences to the crust and effect of a longer dough fermentation. *Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung*, Springer Verlag. Nr. 192, S. 130 – 135

6. Thiele, C., Gänzle, M. G., Vogel, R. F. (2002): Contribution of Sourdough Lactobacilli, Yeast, and Cereal Enzymes to the Generation of Amino Acids in Dough Relevant for Bread Flavor. *Cereal Chem.* Vol. 79, Nr. 1, S. 45 – 51
7. Zehentbauer, G., Grosch, W. (1998b): Crust Aroma of Baguettes – I. Key odorants of baguettes prepared in two different ways. *Journal of Cereal Science* 28, S. 81-92
8. Zehentbauer, G., Grosch, W. (1998b): Crust Aroma of Baguettes – II. Dependence of the concentrations of key odorants on yeast level and dough processing. *Journal of Cereal Science* 28, S. 93-96
9. Czerny, M., Schieberle, P. (2002): Important aroma compounds in freshly ground wholemeal and white wheat flour-identification and quantitative changes during sourdough fermentation, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50, S. 6835-6840
10. Kleinert, M. et al. (2007): Untersuchungen zum Aromaprofil von Brötchen aus dem PATT®-Gärsteuerungsverfahren, *Getreidetechnologie*, Nr. 61, S. 158-164
11. Lavanchy, P. (2001): Leitfaden zur olfaktorisch-gustatorischen Beurteilung von Hart- und Halbhartkäsen, AIR 2039
12. Nicol, G., Piccinali, P. (2007): Die sensorische Analyse am Beispiel von Salami, *Der Wissenschaftliche Beitrag*, S. 16, Nr.17
13. Bongartz, A., Gerber, K. (2007): Kaffeesensorik neu ausgedrückt, *Alimente*, Nr. 19, S. 6-7
14. ISO 5492 Sensorische Analyse – Vokabular, 2008-10
15. ISO 11035 Sensorische Analyse – Beschreibung und Auswahl von Deskriptoren zur Erstellung eines sensorischen Profils auf multidimensionalem Wege, 1994-12
16. Brotbeurteilungsbogen, Richemont, Ausbildungszentrum Luzern
17. Brabant, C., Fossati, D., Kleijer, G. (2007): Influence de la variété de blé sur le goût du pain, *Revue suisse agricole*, n° 39 (3)
18. Brümmer J.-M. (2005) : Bäckereitechnologische Zusammenhänge von Brotaroma, Brotvolumen, Krustenstruktur und Geschmacksbeeinflussung, *Getreidetechnologie*, Nr. 59, S. 20-25
19. Czerny, M., Schieberle, P. (2005) : Zum Aromapotentiale von Lactobazillen in Weizenteigen, *Getreidetechnologie*, Nr. 59, S. 15-19
20. Cayot, N. (2005): Sensory quality of traditional foods, Elsevier
21. Anon (2007): <http://www.quarks.de/wein/04.htm> (Stand 27.10.2007)

Engl. Titel:

Development of a flavour wheel for breads

Anschrift der Verfasser

Prof. Dipl. Ing. Michael Kleinert

A. Bongartz, E. Raemy

ZHAW - Zürcher Hochschule für

Angewandte Wissenschaften

ILGI - Institut für Lebensmittel- und Getränkeinnovation ILGI

Grüental

CH-8820 Wädenswil

michael.kleinert@zhaw.ch