

Einfluss von Textur, Herstellungsbedingungen und Brotalter auf die Verfügbarkeit wichtiger Brotaromastoffe unter Verzehrsbedingungen

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle I:	Technische Universität München Wissenschaftszentrum Weihenstephan WZW Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie, Freising Prof. Dr. T. Becker/Dipl.-Ing. M. Jekle
Forschungsstelle II:	Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (DFA), Freising-Weihenstephan Prof. Dr. Dr. P. Schieberle
Industriegruppen:	Der Backzutatenverband e.V. (BZV), Bonn Verband Deutscher Grossbäckereien e.V., Düsseldorf
	Projektkoordinator: Dr. M. Brandt Ernst Böcker GmbH & Co.KG, Minden
Laufzeit:	2009 - 2011
Zuwendungssumme:	€ 399.400,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Aroma und Textur sind neben dem Erscheinungsbild und den Inhaltsstoffen die wichtigsten Qualitätsmerkmale von Lebensmitteln und auch in der Backbranche ist Aroma und dessen Wahrnehmung ausschlaggebend für die Marktakzeptanz von Produkten. Doch auch bei gleicher Konzentration der charakteristischen Aromastoffe im Brot kann es durch Verschiebungen in der Freisetzung einzelner Aromastoffe zu abweichenden Aromaeindrücken kommen. Zahlreiche Studien berichten in diesem Zusammenhang über die Auswirkung der Textur auf die Freisetzung von Aromastoffen. Trotz allem erfolgt die Anpassung von Rezepturen und Herstellungsbedingungen auch heute noch empirisch.

Die Schlüsselaromastoffe in Weizenbrot und der Einfluss von Rezeptur, Teigführung, Fermentation, Backtemperatur und -zeit bei der Herstellung sind weitgehend in der Literatur beschrieben. Außerdem kann aus zahlreichen Modellstudien abgeleitet werden, dass die durch die Zusammensetzung der Stärke und Proteine bedingte Textur und Struktur des Brotes einen entschei-

denden Einfluss auf die Freisetzung der Aromastoffe aus der Matrix hat.

Die aufgezeigten wissenschaftlichen Studien über den Zusammenhang zwischen Aroma und Textur sowie Wechselwirkungen zwischen Aromastoffen und Stärke haben aufgrund ihrer Beschränkung auf Modellsysteme jedoch nur einen geringen Bezug zu Brot. Modellstudien zu Interaktionen von Aromastoffen mit Stärke beziehen nicht die für Brot relevanten Schlüsselaromastoffe ein. Untersuchungen zur Aromastofffreisetzung aus Brot unter Simulation von Verzehrsbedingungen sind ebenfalls lückenhaft. Aus diesem Grund erfolgt trotz der bekannten Einflüsse von Textur und Herstellungsbedingungen auf die Aromastofffreisetzung die Anpassung von Rezepturen in der Praxis auch heute noch empirisch.

Ziel des Forschungsvorhabens war deshalb die Erarbeitung von Kenntnissen zum Zusammenhang der Aromastofffreisetzung unter Verzehrsbedingungen und deren Korrelation mit Textur- und Strukturdaten von Weizenbrot.

Forschungsergebnis:

Um eine hohe Aussagekraft der Ergebnisse zu erhalten, wurden die Teige und Endprodukte in folgenden Eigenschaften variiert: Schüttwasser- und Kochsalzmenge, pH-Wert sowie Prozessparameter, Knetgeschwindigkeit und -dauer, Backtemperatur und -zeit. Hierdurch konnte eine Vielzahl von Abhängigkeiten in Bezug auf die Teigbeschaffenheit sowie die Endproduktqualität (Volumen und Rate des Altbackenwerdens) erarbeitet werden. Beispielhaft kann aufgeführt werden, dass ein Maximum an Brotvolumen bei einem pH von 5,6, einem NaCl-Gehalt von 0,5 g 100 g⁻¹ Mehl sowie eine Teigausbeute von 168,7 (Wasserzugabe von 68,7 g 100 g⁻¹ Mehl) erreicht wird. Obwohl sich der erniedrigte NaCl-Gehalt sensorisch ausschließt, kann durch weniger Kochsalz, einer erhöhten Teigausbeute und einer leichten Säuerung eine Volumenoptimierung bei guten weiteren Qualitätseigenschaften erreicht werden. Insgesamt konnten die Rheologie bzw. das Fließverhalten der Teige sowie die Brotqualität sehr gut über die variierten Parameter vorhergesagt werden. Hierbei konnte bereits von den Teigeigenschaften (G^*) auf die spätere Krumenfestigkeit (bis zu $r = 0,87$) signifikant geschlossen werden, d.h. eine Vorhersage der Krumenhärte wurde ermöglicht. Untersuchungen der Rate des Altbackenwerdens zeigten deutliche Zusammenhänge zwischen der eingestellten Initialtextur (d.h. der anfänglichen Krumenhärte) und dem Verlauf des Altbackenwerdens ($r = 0,95$). D.h. je fester das Brot, umso schneller wird es altbacken bzw. je größer das Brotvolumen, umso langsamer ist die Brotalterung. Das Krumbild konnte durch die Variation der Rezepturparameter klar beeinflusst und vorhergesagt werden. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass analytische (TPA) und (human)sensorische Ergebnisse der Krumenhärte miteinander übereinstimmen. Eine Etablierung einer Methodik zur Aufnahme der Mikrostruktur von Teigen und Brotkrumen wurde etabliert und erstmalig eine numerische Erfassung im Teigbereich aufgestellt. Es konnte bewiesen werden, dass die Proteinmikrostruktur das Fließverhalten der Teige vorgibt.

Zur Untersuchung der Aromastofffreisetzung erfolgte eine sensorische Bewertung (retronasal) der oben bereits beschriebenen Modellweizenbrote. Anschließend wurden die sensorisch relevanten Modellbrote auf wertgebende Aromastoffe untersucht. Mit den ermittelten Ergebnissen konnte die Standardrezeptur für ein herkömmliches Weizenbrot in Bezug auf Aroma und Textur optimiert werden. Parallel dazu wurden Modell-

versuche zur Freisetzung relevanter Brotaromastoffe aus Matrixbestandteilen u.a. aus Kochsalz-, Glucoselösungen sowie Gluten-, Weizen- und Maisstärkesuspensionen mittels Proton-Transfer-Reaktions-Massenspektrometrie (PTR-MS) durchgeführt. Mit diesen Untersuchungen konnten grundsätzliche Daten zur Wechselwirkung (Rückhaltung oder Freisetzung) von Brotaromastoffen mit einzelnen Weizenbrotmatrixbestandteilen erarbeitet werden. Zur Erarbeitung von Kenntnissen zum Zusammenhang der Aromastofffreisetzung unter Verzehrsbedingungen und deren Korrelation mit Textur- und Strukturkennwerten von Weizenbrot wurde ein Modellbrot (dampfgegartes Teigstück) entwickelt, dessen Krumentextur durch Zusätze (u.a. Ascorbinsäure, Monoglycerid) variiert werden konnte. Diese Modellbrote wurden zunächst sensorisch bewertet (retronasal) und anschließend in einem sog. "Model Mouth" simulierten Verzehrsbedingungen unterworfen, um die Freisetzung ausgewählter Aromastoffe mittels PTR-MS zu messen. Um den Einfluss des Brotalters auf die Freisetzung zu studieren, wurden die Brote für mehrere Tage gelagert und dann erneut der PTR-MS Messung unterzogen. Durch Korrelation der ermittelten Texturparameter mit der Aromastofffreisetzung konnten Aussagen, u.a. zum Einfluss der Krumenfestigkeit auf die Verfügbarkeit der Aromastoffe beim Verzehrsvorgang, getroffen werden: je fester die Krume eines Brotes ist, umso höher ist die Aromastofffreisetzung beim Verzehr (bzw. die Verfügbarkeit der Aromastoffe steigt). Bei gelagerten Broten liegt jedoch der umgekehrte Effekt vor. Offenbar führt die strukturelle Veränderung durch Stärke-Retrogradation bei der festeren Krume zu einer Abnahme der Aromastofffreisetzung im Vergleich zur weicheren Brotkrume.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Die vorliegenden Ergebnisse bringen Erkenntnisse über die Aromastofffreisetzung in Modellsystemen bis hin zum realen Endprodukt Weizenbrot. Besonders die Aromastofffreisetzung in Abhängigkeit der Herstellungsbedingungen, der Volumen- und Textureigenschaften von verzehrfertigen Backwaren konnten hierdurch aufgeklärt werden. Durch die Forschungsergebnisse können Produkte erarbeitet werden, die bewusst eine schnelle und starke Aromastofffreisetzung nach kurzer Zeit vorweisen (sinnvoll bei schnell abverkauften und verzehrten Produkten, wie Brötchen) oder deren Aromastoffe stärker zurückgehalten und erst zum Verzehrzeitpunkt beim Kauprozess freigesetzt werden. Durch die-

se Erkenntnisse können Produkte besser auf die Wünsche der Verbraucher eingestellt und zudem ihre Qualitätskonstanz erhöht werden. Weiterhin können hierdurch Produkte mit erhöhter Frischhaltung produziert werden. Auf Basis der Forschungsergebnisse können die Produkteigenschaften Textur und Aroma gezielter verändert werden. Zusätzlich besteht nun für die Hersteller die Möglichkeit, durch eine Optimierung der Herstellungsparameter bei gleichbleibenden Eigenschaften der Backwaren wettbewerbsfähiger zu produzieren. Des Weiteren können mit vergleichsweise moderaten Investitionen Produkte im Hochpreissegment etabliert werden, um sich hierdurch von Mitbewerben abzugrenzen. Speziell in diesen Aspekten werden insbesondere auch kleinere und mittlere Betriebe in der Getreide- und Backbranche von den Ergebnissen profitieren.

Die Backwarenindustrie in Deutschland ist mittelständisch geprägt. Neben 16.500 handwerklichen Bäckereien bestimmen ca. 60 mittelgroße industrielle Bäckereien und nur vier große Betriebe die Brotherstellung. Insgesamt sind 135.000 Beschäftigte im Backgewerbe tätig. Der Jahresumsatz der Branche beträgt ungefähr 15 Mrd. €. Besonders kleinere Unternehmen der Branche stehen unter einem hohen Wettbewerbsdruck und sind vom Konzentrationsprozess betroffen.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht (2011).
2. Jekle, M., Becker, T.: Frischhaltung bei Weizenbrot. *Backtech. Eur.* 3, 62-65 (2012).
3. Jekle, M., Becker, T.: Effects of acidification, sodium chloride, and moisture levels on wheat dough: I. Modeling of rheological and microstructural properties. *Food Biophys.* 7, 190-199 (2012).
4. Jekle, M., Becker, T.: Effects of acidification, sodium chloride, and moisture levels on wheat dough: II. Modeling of bread texture and staling kinetics. *Food Biophys.* 7, 200-208 (2012).

5. Jekle, M., Becker, T.: Implementation of a novel tool to quantify dough microstructure. *Proc. Food Sci.* 1, 1-6 (2011).
6. Jekle, M. und Becker, T.: Dough microstructure: Novel analysis by quantification using confocal laser scanning microscopy. *Food Res. Intern.* 44 (4), 984-991 (2011).
7. Jekle, M. und Becker, T.: Confocal Laser Scanning Microscopy as a promising Tool in Cereal. (Posterabstract) Tagungsband 68. FEI-Jahrestagung 2010, 125-126 (2010).

Weiteres Informationsmaterial:

Technische Universität München
Wissenschaftszentrum Weihenstephan WZW
Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie
Weihenstephaner Steig 20, 85354 Freising
Tel.: +49 8161 71-0
Fax: +49 8161 71-3883
E-Mail: t.becker@wzw.tum.de

Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (DFA)
Lise-Meitner-Straße 34
85354 Freising-Weihenstephan
Tel.: +49 8161 71-2932
Fax: +49 8161 71-2970
E-Mail: peter.schieberle@lrz.tum.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)
Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn
Tel.: +49 228 3079699-0
Fax: +49 228 3079699-9
E-Mail: fei@fei-bonn.de

... ein Projekt der **Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)**

gefördert durch/via:

