

## Optimierung des Gaseintrags in glutenfreie Teige durch Variation der Headspace-Atmosphäre beim Mischen



|                      |                                                                                                                                                                                |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Koordinierung:       | Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn                                                                                                                      |
| Forschungsstelle(n): | Technische Universität München<br>Wissenschaftszentrum Weihenstephan (WZW)<br>Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie, Freising<br>Prof. Dr. Thomas Becker/Dr. Mario Jekle |
| Industriegruppe(n):  | VDMA-Fachverband Nahrungsmittel- und Verpackungsmaschinen e. V.,<br>Frankfurt<br>Weihenstephaner Institut für Getreideforschung e.V. (WIG), Freising                           |
| Projektkoordinator:  | Dr. Markus Brandt<br>Ernst Böcker GmbH & Co. KG, Minden                                                                                                                        |
| Laufzeit:            | 2017 - 2020                                                                                                                                                                    |
| Zuwendungssumme:     | € 249.710,--                                                                                                                                                                   |

### Ausgangssituation

Die derzeit am Markt erhältlichen glutenfreien Backwaren weisen im Vergleich zu glutenhaltigen Produkten Qualitätsdefizite auf. Durch das fehlende Glutennetzwerk, welches sich beim Kneten glutenhaltiger Teige ausbildet und den Teig viskoelastisch macht, haben glutenfreie Brote meist eine mangelhafte Gasrückhaltung und im Resultat ein geringes Volumen. Glutenfreie Teige sind entweder flüssiger oder deutlich plastischer, weniger elastisch und weniger kohäsiv, was die Rückhaltung von Gasblasen in der Teigmatrix erschwert. Neben der Gashaltfähigkeit der Teige ist auch die Art und Menge des Gaseintrags entscheidend für die Krumenporung bzw. das Brotvolumen. Aufgrund der meist fehlenden Formgebung (Wirken) hängt die finale Porengrößenverteilung der Krume besonders bei glutenfreien Teigen mit der Blasengrößenverteilung zu Beginn der Fermentation zusammen, was die Bedeutung des Gaseintrags beim Kneten/Mischen unterstreicht. Bei Weizenteigen können spezielle geschlossene Kneten (z. B. CHORLEYWOOD-Kneten) eingesetzt werden, um die Größe und Verteilung der Gasblasen im Teig durch eine modifizierte Headspace-Atmosphäre zu beeinflussen. Das Kneten bei Überdruck lässt kleine Gasblasen entstehen, die sich bei Normaldruck ausdehnen. Dagegen führt das Kneten bei Teilvakuum zur Ausdehnung der Gasblasen, die im Mixer dispergiert werden und sich bei anschließendem Normaldruck zusammenziehen. Über- und Unterdruck können somit genutzt werden um die Porenverteilung gezielt zu beeinflussen. Die Kenntnis über die Auswirkung der Gasblasenverteilung im Teig auf die Krumentextur und deren zugrundeliegenden Mechanismen könnte letztendlich eine Steuerung der Brotkrumenqualität ermöglichen.

Ziel des Forschungsvorhabens war die Steuerung der Krumentextur von glutenfreien Backwaren durch den Gasblaseneintrag während des Mischens der Teige sowie die Aufklärung der zugrundeliegenden Mechanismen. Diesem Ziel lag die Hypothese zu Grunde, dass mittels geeigneter Headspace-Atmosphäre (Überdruck/Unterdruck) beim Mischen der Gasblaseneintrag in glutenfreie Teige bei spezifischen Materialeigenschaften

definiert und somit die Endproduktqualität mit Fokus auf Brotvolumen und Porenverteilung gezielt verbessert werden kann.

### ***Forschungsergebnis***

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde eine Versuchsanlage mit der Möglichkeit zur Einstellung einer modifizierten Headspace-Atmosphäre adaptiert und optimale Prozessparameter zur Herstellung von glutenfreien Teigen ermittelt (Mischdauer, Mischgeschwindigkeit und Druck im Headspace-Bereich des Mixers). Durch die Einstellung spezifischer Prozessparameter konnten unterschiedliche Endproduktqualitäten (Gebäckvolumen, Porenbild der Krumenfestigkeit, Krustenfarbe) erzeugt werden. Ausgehend vom Umgebungsdruck konnte durch eine Druckerhöhung der Gaseintrag des Teiges um bis zu 120 % im Vergleich zum herkömmlichen Herstellungsverfahren gesteigert werden, wodurch beim Gebäck eine signifikante Erhöhung des spezifischen Volumens um bis zu 7 % und eine Absenkung der Krumenfestigkeit um 35 % bei glutenfreien Backwaren auf Reismehlbasis erreicht wurde. Die Einstellung von Unterdruck während des Mischens ermöglichte sehr feine Porenstrukturen im Endprodukt. Der Druck im Headspace-Bereich des Mixers korrelierte dabei mit dem spezifischen Brotvolumen. Ein Austausch der Gaszusammensetzung im Headspace-Bereich des Mixers ermöglichte zudem eine Anpassung der Krustenfarbe (CO<sub>2</sub> → dunklere Krustenbräunung). Der Austausch durch CO<sub>2</sub> in der Headspace-Atmosphäre kann eine Alternative oder Ergänzung zu gärgesteuerten Prozessen sein. Die weitere Untersuchung stofflicher Einflussfaktoren (Lipide, DATEM, HPMC, Teigausbeute, Hefe u. a.) beim Mischen der Teige unter einer modifizierten Headspace-Atmosphäre ermöglichte eine weitere Optimierung der Teigeigenschaften und der Endproduktqualität. Die Analysen zeigten, dass bei dem neuen Herstellungsverfahren insbesondere die Teigausbeute, der Einsatz von Lipiden oder der Zusatz von DATEM die Teig- und Endprodukteigenschaften signifikant beeinflussen können. CLSM-Aufnahmen zeigten, dass durch das neue Herstellungsverfahren eine sehr feine und gleichmäßige Verteilung spezifischer Lipide (u. a. Rapsöl) möglich ist. Durch diese feine Verteilung der Fettpartikel konnte die Stabilität der Teigmatrix verbessert werden. Die Lipidverteilung im Teig wirkte sich signifikant auf die Gashaltung während der Gärphase und damit signifikant auf das spezifische Volumen der glutenfreien Brote aus. Eine sensorische Analyse gängiger Qualitätsmerkmale der Endprodukte zeigte ebenfalls eine signifikante Steigerung der Endproduktqualität durch das neue Herstellungsverfahren, wobei in den sensorischen Wahrnehmungen (Geruch und Geschmack) keine signifikanten Unterschiede ermittelt werden konnten. Der Vergleich des neuen Mischverfahrens mit herkömmlichen Mischverfahren ergab auch für andere Rohstoffe (u. a. Buchweizen, Leinsamen) sehr starke Qualitätsunterschiede im Endprodukt, der Geruch und der Geschmack der Endprodukte wurden nicht negativ beeinflusst. Durch spezifische Prozesseinstellungen beim neuen Mischverfahren konnte die Produktqualität (Krusteneigenschaften, Lockerung des Krumenbildes, Struktur und Elastizität der Krume, Brotvolumen) abhängig vom Rohstoffeinsatz gezielt gesteuert werden.

### ***Wirtschaftliche Bedeutung***

Die Nachfrage nach glutenfreien Backwaren wächst durch steigende Zahlen von Verbrauchern mit diagnostizierter Zöliakie und aufgrund eines veränderten Einkaufsverhaltens der Verbraucher. Dies unterstreicht die Bedeutung der Erforschung von Möglichkeiten zur Verbesserung der Qualität dieser Produktgruppe, deren unzureichende Qualität meist mit einer unzureichenden Gasrückhaltung und einer daraus resultierenden mangelhaften Lockerung zusammenhängt.

Die aus dem Forschungsvorhaben gewonnenen Erkenntnisse ermöglichen eine gezielte Steuerung und Optimierung glutenfreier Backwaren bezüglich der Qualitätsmerkmale Volumen, Porenstruktur und Krumenfestigkeit mit technologischen Hilfsmitteln. Mit dem im Rahmen des Forschungsvorhabens untersuchten Herstellungsverfahren ist es künftig möglich, verbesserte und innovative Produkte mit gleichbleibender Qualität sowie individuelle, d. h. an den Kundenwunsch angepasste Produkte zu produzieren. Es konnten spezifische Prozesseinstellungen in Abhängigkeit der Rohstoffeigenschaften und weiterer Zutaten (Fett, DATEM, HPMC u. a.) identifiziert werden, die beim Mischen der Teige bei modifizierter Headspace-Atmosphäre optimierte Produkte ermöglichen. Das neue Herstellungsverfahren bietet die Möglichkeit, mit Hilfe verschiedener Rohstoffe

qualitativ hochwertige glutenfreie Produkte herzustellen. Dadurch können auch Backhilfsmittel reduziert und das Image glutenfreier Produkte in Richtung „Clean Label“ (ohne Zusatzstoffe) verbessert werden. Weiterhin ergaben die Forschungsergebnisse, dass bei geeigneten Rohstoffen eine modifizierte Gaszusammensetzung nicht nur eine höhere Produktvielfalt, sondern auch eine Reduktion der Prozessdauer ermöglicht.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Ergebnisse für kleine und mittelständische Unternehmen ist hoch, da gerade diese solche Nischenprodukten produzieren. Die Verbesserung der Effizienz bei der Herstellung sowie die insgesamt verbesserte und weniger Schwankungen unterliegende Endproduktqualität hat das Potential, den Absatz dieser Produkte zu erhöhen und zu Umsatzsteigerungen beizutragen. Zudem profitieren auch Hersteller von Misch- und Knetanlagen von den Erkenntnissen des Forschungsvorhabens, da ihre Geräte erkenntnisbasiert an die spezifischen Materialeigenschaften glutenfreier Teige angepasst werden können.

### **Publikationen (Auswahl)**

1. FEI-Schlussbericht 2020.
2. Paulik, S., Paczkowski, C., Laukemper, R., Becker, T. & Jekle, M.: Texture design of gluten-free bread by mixing under controlled headspace atmosphere. Eur. Food Res. Technol. 247, 2333–2343, DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-021-03793-z> (2021).

### **Weiteres Informationsmaterial**

Technische Universität München  
Wissenschaftszentrum Weihenstephan (WZW)  
Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie  
Weihenstephaner Steig 20, 85354 Freising  
Tel.: +49 8161 71-3261  
Fax: +49 8161 71-3883  
E-Mail: [tb@tum.de](mailto:tb@tum.de)

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)  
Godesberger Allee 125, 53175 Bonn  
Tel.: +49 228 3079699-0  
Fax: +49 228 3079699-9  
E-Mail: [fei@fei-bonn.de](mailto:fei@fei-bonn.de)

### **Förderhinweis**

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

Gefördert durch:



Das o. g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 125, 53175 Bonn, wird/wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.