

## Optimierung der Porengrößenverteilung von getreidebasierten Schäumen zur Herstellung feiner Backwaren

<b>Koordinierung:</b>	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
<b>Forschungsstelle:</b>	Technische Universität München Wissenschaftszentrum Weihenstephan WZW Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie, Freising Prof. Dr. Thomas Becker/Dipl.-Ing. Dominik Geier
<b>Industriegruppe(n):</b>	Verband Deutscher Großbäckereien e. V., Düsseldorf VDMA - Fachverband Nahrungsmittel- und Verpackungsmaschinen e. V., Frankfurt Weihenstephaner Institut für Getreideforschung (WIG) e. V., Freising
	Projektkoordinator: Rüdiger Jank Kuchenmeister GmbH, Soest
<b>Laufzeit:</b>	2015 - 2018
<b>Zuwendungssumme:</b>	€ 244.240,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

### Forschungsziel:

Bei allen Lebensmitteln, die Lufteinschlüsse enthalten, handelt es sich technisch betrachtet um Schäume. Als Schaum versteht man gasförmige Bläschen (Poren), die von festen oder flüssigen Wänden eingeschlossen werden. Bei getreidehaltigen Lebensmittelschäumen handelt es sich mikroskopisch betrachtet um eine heterogene Suspension von festen, nahezu runden Stärkepartikeln, die sich in einer viskoelastischen Matrix (Gluten) mit Gaseinschlüssen befinden. Die Größe der Gaseinschlüsse reicht vom mikrodispersen Bereich bis zu mehreren hundert Mikrometern und hängt neben den einzelnen Komponenten der Matrix von der Intensität und Dauer der mechanischen Exposition und der Geometrie der dazu verwendeten Geräte ab.

Massen sind getreidebasierte Schäume mit einem geringeren Mehlanteil als Teige und werden in der Lebensmittelindustrie zur Herstellung von Feinen Backwaren verwendet. Weitere wichtige Bestandteile sind Vollei oder Eiklar, Zucker und Stärke. Aufgrund der unterschiedlichen Rezeptur von Teigen und Massen unterscheidet sich die flüssige Phase insbesondere durch das Verhältnis von Vis-

kosität zu Elastizität. Der Gehalt und die Größenverteilung der Poren im dispersen Schaumsystem (Schaumstruktur) beeinflusst zum einen die rheologischen Eigenschaften des Schaums und somit insbesondere seine Verarbeitbarkeit und zum anderen die Qualität des Produkts nach der thermischen Fixierung. Insbesondere Volumen, Form, Textur und Porosität des ausgebackenen Produkts werden durch die Schaumstruktur beeinflusst. Veränderungen der Schaumstruktur werden schon durch geringe Schwankungen der Rohstoffeigenschaften und Prozessparameter hervorgerufen. Rohstoffeingangskontrollen und -analysen sind zur Erfassung der komplexen Wirkungen der funktionellen Eigenschaften der Einzelkomponenten in der Lebensmittelmatrix nicht hinreichend. Um eine optimale Schaumstruktur zu erreichen, müssen daher Schwankungen der Rohstoffeigenschaften durch variable Prozessparameter, wie Aufschlagzeit oder Schergeschwindigkeit, kompensiert werden.

Derzeit fehlen aber Methoden, um den Einfluss und den Effekt der Prozessparameter auf die Schaumstruktur in Echtzeit zu messen und somit Rückschlüsse über die technologi-

sche Steuerbarkeit des Prozesses zu ziehen. Die Überwachung erfolgt größtenteils anhand der visuellen und haptischen Eindrücke des Fachpersonals.

Bestehende Systeme, mit deren Hilfe Poren in getreidebasierten Schäumen charakterisiert werden können, sind Leitfähigkeitsmessung, konfokale Laser-Scanning-Mikroskopie (CLSM) und Röntgenuntersuchung des Schaums (Computertomografie, CT). Die elektrische Leitfähigkeit ist eine Stoffkonstante, die vom Gasgehalt des Schaums abhängt, allerdings kann keine direkte Auskunft über die Verteilung und die Größen der Poren ermittelt werden. Mit CLSM und CT kann die Porengrößenverteilung bestimmt werden, sie sind aber aufgrund der Zeitverzögerung durch die Probenahme und Analysenzeit nicht echtzeitfähig und spiegeln nicht die Prozessdynamik wieder. Zudem erfordern sie einen hohen apparativen Aufwand und sind invasiv (CLSM). Eine Überwachung der Schaumstruktur ist allerdings wesentlich, um die Porengrößenverteilung von getreidebasierten Schäumen zu optimieren und einen störungsfreien Prozessablauf und eine bestmögliche Endproduktqualität sicherzustellen.

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, die Porengrößenverteilung von getreidebasierten Schäumen bei der Herstellung von Feinen Backwaren zu optimieren. Dazu soll die Ausbildung der Poren (Schaumstruktur) während des Herstellungsprozesses mit einer neuen ultraschallbasierten Messmethode überwacht und eine Schaumstrukturmessgröße entwickelt werden, die die Anzahl und die Größe der prozessrelevanten Poren in Echtzeit abbildet.

#### Wirtschaftliche Bedeutung:

Die deutsche Backwarenindustrie ist durch handwerkliche und mittelständische Bäckereien (13.666 Betriebe) geprägt, nur fünf Großbetriebe erzielten einen Umsatz von jeweils mehr als 150 Mio. € pro Jahr (Stand 2011). Insgesamt sind ca. 292.000 Mitarbeiter in dieser Branche beschäftigt, die einen Umsatz in Höhe von 13,15 Mrd. € erzielt. Die Produktion von Feinen Backwaren hat dabei einen Anteil von etwa 18 % und ist im Jahr 2013 um 1,5 % auf 2,35 Mrd. € gestiegen. Gerade kleine Unternehmen stehen jedoch unter einem hohen Wettbewerbsdruck und sind von Konzentrationsprozessen betroffen. Dies zeigt sich insbesondere durch den Rück-

gang um mehr als 2.500 Unternehmen seit dem Jahr 2007. Kaum eine Branche ist zudem vom Fachkräftemangel so betroffen wie die Betriebe im Lebensmittelhandwerk. Dadurch steht der Backbranche weniger geschultes Fachpersonal zur Verfügung und die Überwachung der Herstellung von Lebensmittelschäumen, welche heute noch überwiegend mit Hilfe visueller und haptischer Eindrücke des Fachpersonals durchgeführt wird, wird zunehmend erschwert.

Die angestrebte Methode eröffnet der Backbranche neue Möglichkeiten, um während der Herstellung von getreidebasierten Schäumen die Porengrößenverteilung zu überwachen. Hierdurch können durch Rohstoffschwankungen oder durch Fehler im Prozess bedingte Abweichungen der Schaumstruktur erkannt und korrigierend durch Variation der Prozessparameter in den Prozess eingegriffen werden, um eine optimale Schaumstruktur zu erzielen. Dadurch können Fehlproduktionen vermieden und eine optimale Endproduktqualität gewährleistet werden. Sowohl direkte Fehlerkosten (durch die Unverkäuflichkeit der Fehlproduktion), als auch indirekte Fehlerkosten als Folge von Ausfallzeit, Imageproblemen oder den Verlust von Kunden bzw. Marktanteilen lassen sich so minimieren. Bei kontinuierlichen Herstellungsverfahren kann die Fehlproduktion wegen nicht optimaler Schaumstrukturen laut Industrieangaben mit 3 % veranschlagt werden, was hochgerechnet bei einem Umsatz von Feinen Backwaren von 2,35 Mrd. € zu Einbußen für die Herstellerbetriebe von schätzungsweise über 70,5 Mio. € pro Jahr führt.

Von den Ergebnissen wird auch der Maschinen- und Anlagenbau profitieren. Gerade die Integration von innovativen Verfahren und Techniken der Prozessindustrie in den Anlagenbau besitzt ein großes Potential bei der Etablierung ressourcenschonender Produktionsverfahren bzw. bei der Optimierung vorhandener Verfahren. Da der Einsatz der angestrebten Methode nach algorithmischer und ggf. apparativer Anpassung für weitere Medien, die Gaseinschlüsse enthalten, und damit über die Backindustrie hinaus möglich ist, ergeben sich für Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus auch neue Geschäftsfelder.

**Weiteres Informationsmaterial:**

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

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

gefördert durch/via:

