

## Steuerung der Gasblasenstabilität in glutenfreien Teigen durch oberflächenaktive Fraktionen aus pflanzlichen Produkten



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungseinrichtung(en):	Universität Hohenheim Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie FG Pflanzliche Lebensmittel Prof. Dr. Mario Jekle  Technische Universität München School of Life Sciences Forschungsdepartment Life Science Engineering Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie Prof. Dr. Thomas Becker/Dr. Thekla Alpers
Industriegruppe(n):	Der Backzutatenverband e. V., Berlin Weihenstephaner Institut für Getreideforschung (WIG), Freising Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e. V. (AGF), Detmold
Projektkoordinator:	Dr. Thomas Kunte IREKS GmbH, Kulmbach
Laufzeit:	2022 - 2025
Zuwendungssumme:	€ 521.720,--

### Ausgangssituation

Glutenfreie Backwaren erfreuen sich einer stetig steigenden Beliebtheit und sind längst einem Nischendasein entwachsen; Treiber dieser Entwicklung sind v. a. die positiven Einschätzungen der Verbraucher hinsichtlich der gesundheitsfördernden und ernährungsphysiologischen Wertigkeit dieser Produkte. Im Gegensatz zu glutenhaltigen Backwaren werden für die Herstellung glutenfreie Backwaren, wie z. B. Broten, Stärken oder stärkereiche, stark raffinierte Mehle aus (Pseudo-)Getreide verwendet. In diesen Mehlen fehlen die strukturstabilisierenden Proteine, wodurch insbesondere die Wasserbindfähigkeit und die Gashaltfähigkeit der glutenfreien Teige und über letztere die Krumenstruktur der Brote beeinträchtigt wird. Um die Gashaltfähigkeit der Teige zu verbessern, werden zum Herstellen glutenfreier Backwaren meist komplexe Formulierungen verwendet. Eingesetzt werden häufig synthetische Hydrokolloide und Emulgatoren; diese Formulierungen widersprechen jedoch dem Verbrauchertrend zum Clean Label („ohne Zusätze“).

Glutenfreie Teige können physikalisch als (polydisperse) Schäume definiert werden. Niedermolekulare und proteinogene oberflächenaktive Substanzen fördern die Schaumbildung und Stabilisatoren die Schaumstabilität. Dabei sind besonders wasserlösliche Proteinfractionen und Saponine

vierversprechend. Im Bereich der Lebensmittelschäume wurde in den letzten Jahren eine Vielzahl an Studien veröffentlicht, jedoch fehlt zu diesen bisher ein Wissens- und Anwendungstransfer in glutenfreie Teige, welche davon besonders profitieren könnten.

Ziel des Forschungsvorhabens war die Nutzung pflanzlicher oberflächenaktiver und schaumstabilisierender Substanzen (OSS) zur Erhöhung der Schaumbildung und -stabilität in glutenfreien Teigen. Bekannte Mechanismen der Schaumbildung und -stabilisierung sollten durch pflanzliche OSS (Saponine und Proteine) in das komplexe Medium glutenfreie Teige transferiert und somit die Gashaltstabilität bis zur thermischen Stabilisierung (Backen) erhöht werden, um qualitativ gute glutenfreie Backwaren, wie z. B. Brote, mit verbesserter Krumtextur und besseren Volumina herstellen zu können.

### *Forschungsergebnis*

Forschungseinrichtung (FE) 1 gewann schaubildende und -stabilisierende, saponinangereicherte Extrakte durch wässrige Mazeration aus Quinoasamenschalen und Gänseblümchen. Das Potenzial dieser Extrakte wurde in Aufschäumversuchen in Wasser dem von Erbsenproteinkonzentrat und -isolat gegenübergestellt. Die Extraktionsausbeute nahm dabei mit steigender Extraktionstemperatur sowie mit zunehmendem Feststoff zu Lösungsmittel Verhältnis signifikant zu. Für weiterführende Untersuchungen an Quinoa- und Gänseblümchenextrakten wurde ein Extraktionsverhältnis von 1:20 (m/m), eine Extraktionsdauer von 20 min sowie eine Extraktionstemperatur von 20 °C als Standardbedingungen festgelegt. Unter diesen Bedingungen lag die Extraktausbeute der Quinoasamenschalen mit  $41,8 \pm 0,9\%$  TM deutlich höher gegenüber der Gänseblümchenextrakte mit  $22,5 \pm 0,8\%$  TM. Der Vergleich der Schaumbildung und -stabilität in wässriger Lösung zeigte, dass saponinreiche Extrakte bereits bei deutlich geringeren Einsatzkonzentrationen eine vergleichbare oder höhere Schaumbarkeit und Schaumstabilität als Erbsenproteinpräparate erzielten. Insbesondere Quillajasaponin wies unter allen untersuchten Extrakten und Kombinationen die höchste Schaumbarkeit sowie die ausgeprägteste Schaumstabilität auf. Bei der Kombination von Erbsenproteinisolat und Quillajasaponin wurden synergistische Effekte beobachtet, insbesondere im Hinblick auf eine verbesserte Schaumstabilisierung. Der funktionelle Einfluss der Extrakte auf glutenfreie Teige wurde zudem rheologisch untersucht. Viskositätsmessungen zeigten, dass Quinoaextrakte das rheologische Verhalten glutenfreier Teige durch eine Erhöhung der Viskosität beeinflussen, was auf ein verbessertes Potenzial zur Gasblasenstabilisierung während Gärung und Backprozess hinweist. Der Zusatz von Gänseblümchenextrakten führte hingegen zu einer geringeren Teigviskosität, was auf eine differenzielle Beeinflussung der rheologischen Eigenschaften schließen lässt und potenziell spezifische Anwendungen in der glutenfreien Brotproduktion ermöglicht. Im Backprozess zeigten Quillajasaponin und Quinoaextrakte eine deutliche Steigerung des spezifischen Volumens glutenfreier Brote gegenüber der Standardrezeptur. Im Fall der Saponine wurde in Abhängigkeit von der Rohstoffherkunft eine Beeinflussung der Hefeaktivität in glutenfreien Backwaren beobachtet. Während bei Zugabe von Quinoa die Hefeaktivität erhalten blieb, nahm diese bei Gänseblümchenextrakten und Quillajasaponin ab.

An FE2 2 wurde mechanistisch die Wirkung endogener und exogener OSS in glutenfreien Teigen untersucht. Die Schaumbildung und -stabilisierung glutenfreier Teige zeigte sich maßgeblich vom Hydratationslevel und der Matrixviskosität abhängig. Eine geringe Matrixviskosität begünstigte den Gaseintrag während des Aufschlagens, führt jedoch im weiteren Prozessverlauf zu einer unzureichenden Schaumstabilität und damit zu dichteren glutenfreien Broten. Umgekehrt erschwerte eine erhöhte Matrixviskosität infolge niedriger Hydratation oder Stabilisatorzugabe die Schaumbildung. Grenzflächenaktive Zusätze (Polysorbat 80, Lupinenproteinisolat) verbessern einzeln den Gaseintrag in viskosen Systemen, während ihre Kombination kompetitive Effekte zeigt. Zur detaillierten Untersuchung

exogener OSS wurde die flüssige Teigphase (Dough Liquor, DL) extrahiert, nasschemisch analysiert und anschließend ein Modell-Dough Liquor (MDL) entwickelt, der Zusammensetzung und Funktion imitierte. Anhand repräsentativer Inhaltsstoffe (Polysorbat 80, Lupinenproteinisolat, Carboxymethylcellulose) wurden Effekte auf die dynamische Oberflächenspannung sowie Schaumbildung und -stabilisierung untersucht. Dabei traten sowohl Interaktionen zwischen endogenen und exogenen OSS als auch zwischen verschiedenen exogenen OSS auf. So zeigten sich konzentrationsabhängige Effekte des Einfluss von Polysorbat 80 bei gleichzeitiger Anwesenheit grenzflächenaktiver Proteine. Niedrige Konzentrationen nichtionischer Tenside zeigten einen synergistischen Effekt mit grenzflächenaktiven Proteinen, indem sie die Oberflächenspannung reduzieren und die Ausbildung feinerer und stabilerer Schäume ermöglichte. Höhere Tensidkonzentrationen führten zwar zu einer Reduktion der Oberflächenspannung, destabilisierte jedoch die gebildeten Schäume infolge von Proteinverdrängung und erhöhter Grenzflächenmobilität, wodurch ein früherer Schaumzerfall resultierte. Ein von FE1 bereitgestellter Quinoaextrakt senkte die Oberflächenspannung des MDL stärker als Polysorbat 80 und bestätigte die Kompatibilität mit endogenen OSS. Trotz ihres technologischen Potenzials ist der Einsatz von Saponinen sensorisch limitiert. FE2 untersuchte daher Strategien zur Maskierung des Bittergeschmacks und zeigte, dass die Produktmatrix die Wahrnehmung stark beeinflusst und die Erkennungsschwelle um das 40-Fache erhöhen kann. Zudem reduzierten Milchsäure und Saccharose den Bittereindruck in glutenfreien Broten, wobei sensorische Effekte nicht eindeutig von Strukturveränderungen der Krume getrennt werden konnten.

Insgesamt belegen die Ergebnisse eine ausgeprägte Matrix- und Prozessabhängigkeit der Wirkung von OSS in glutenfreien Teigen. Dabei resultieren komplexe Interaktionen von Proteinen, saponinbasierten Grenzflächenstabilisatoren und Stabilisatoren, welche nur bei passender Matrixeinstellung technologisch robust nutzbar sind.

### ***Wirtschaftliche Bedeutung***

Trotz eines stetig zunehmenden Marktvolumens glutenfreier Backwaren haben diese Produkte gegenüber glutenhaltigen Produkten deutliche Qualitätsnachteile. Insbesondere vor dem Hintergrund des Clean-Label-Trends („ohne Zusatzstoffe“) weisen glutenfreie Produkte ein klares Potential zur Reduktion der Komplexität und zur Erhöhung des natürlichen Charakters der Zutaten auf. Durch Verwendung pflanzlicher oberflächenaktiver und schaumstabilisierender Substanzen (OSS) könnten hochwertige glutenfreie Brote mit gleichbleibender oder sogar höherer Qualität (bezüglich Textur und Volumina) geschaffen werden.

Insbesondere für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU), die den Markt glutenfreier Produkte bedienen, entsteht durch das Wissen um Stabilisierungsmöglichkeiten für glutenfreie Teige die Möglichkeit, eigene Rezepturen für diesen Wachstumsmarkt zu entwickeln: Basierend auf den Ergebnissen könnten OSS funktionsorientiert von auf Extraktionen spezialisierten KMU hergestellt und vertrieben werden. Backzutatenhersteller für die Bäckereibranche könnten diese Extrakte direkt in glutenfreien Mehlmischungen oder Backzutaten einsetzen und Bäckereien anbieten. Bäckereien könnten die Zutaten direkt oder über die Zulieferer in Convenient-Lösungen (je nach interner Produktentwicklungskompetenz) beziehen und somit qualitativ hochwertigere glutenfreie Backwaren vertreiben. Zudem könnten innovative KMU auch eigenständige Extraktionen der wasserlöslichen OSS durchführen, die ihnen die Möglichkeit gäben, neue Prozess- und Produktdesigns zu entwickeln. Die Erkenntnisse des Vorhabens werden nicht nur für die Qualitätsverbesserung glutenfreier Backwaren nutzbar sein, sondern sich auch auf andere (strukturschwache) Backwaren und pflanzenbasierte Schaummatrizen übertragen lassen.

## Publikationen (Auswahl)

---

### 1. FEI-Schlussbericht 2025.

Der Schlussbericht ist für die interessierte Öffentlichkeit bei den Forschungseinrichtungen abzurufen.

## Weiteres Informationsmaterial

---

Universität Hohenheim  
Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie  
FG Pflanzliche Lebensmittel  
Garbenstraße 25, 70599 Stuttgart  
Tel.: +49 711-459-22314  
Fax: +49 711-459-24110  
E-Mail: mario.jekle@uni-hohenheim.de

Technische Universität München  
School of Life Sciences  
Forschungsdepartment Life Science Engineering  
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

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

## Förderhinweis

---

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Das IGF-Vorhaben **01IF22564N** der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Godesberger Allee 125, 53175 Bonn, wurde im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.