

Bildung und Stabilisierung maßgeschneiderter Schaumstrukturen in biskuitartigen Massen ohne Hühnerei mittels kontinuierlicher, ohmscher Erhitzung



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungseinrichtung(en):	Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e. V. (DIL), Quakenbrück Dr. Volker Heinz/Dr. Volker Lammers
	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):	Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e.V. (AGF), Detmold
Projektkoordinatorin:	Hiltrud Rohenkohl-Kohlus Dr. August Oetker Nahrungsmittel KG, Bielefeld
Laufzeit:	2026 – 2028
Zuwendungssumme:	€ 524.814,--

Forschungsziel

Biskuitmassen gehören zu den Feinen Backwaren und bestehen aus Eiern, Zucker und Mehl. Sie sind als flüssige Schäume klassifiziert, welche durch hühnereistämmige Substanzen stabilisiert werden. Dabei liegt der Bedarf an Hühnerei bei mindestens 66,7 kg Vollei pro 100 kg. Angesichts des zunehmenden Preisdruckes sowie wiederkehrender Vogelgrippeepidemien, die zu Lieferengpässen führen, steigt die Nachfrage nach Rezepturen mit reduziertem Ei-Einsatz oder vollständigem Ersatz von Hühnerei durch pflanzliche Alternativen. Neben wirtschaftlichen Faktoren tragen auch gesellschaftliche Forderungen und ethische Gründe zu einer zunehmenden Abkehr von tierischen Zutaten bei. Hierzu zählen die hohen Treibhausgasemissionen tierischer Lebensmittel sowie die steigenden Anforderungen an das Tierwohl. In der Folge wächst das Marktsegment veganer Produkte, auch im Bereich Feiner Backwaren, kontinuierlich.

Der vollständige Verzicht auf Hühnereier als Zutat für Biskuitmassen erfordert den Ersatz entscheidender techno-funktioneller Inhaltsstoffe. So tragen die Proteine des Hühnereiweißes maßgeblich zur Schaumbildung und -stabilisierung von Biskuitmassen bei. Ebenso sind hühnereidotterstämmige Proteine und Lipide an dieser Funktion beteiligt. Darüber hinaus führt das Denaturieren und Koagulieren von Hühnereiproteinen während des Backprozesses zur Bildung eines Proteinnetzwerks, welches einen essenziellen strukturellen Bestandteil der Biskuitkrume bildet und die Textur maßgeblich beeinflusst.

Bisherige Strategien zur Herstellung veganer Biskuit-Alternativen beruhen überwiegend auf Reformulierungsansätzen, wobei die funktionellen Eigenschaften von Hühnereiern durch die Verwendung von Mischungen aus pflanzlichen Proteinen, stabilisierenden Substanzen und Emulgatoren angenähert werden. Die Gebäckeeigenschaften reformulierter Produkte stehen der Qualität von Biskuiten allerdings bisher sowohl im spezifischen Volumen als auch in der Textur nach. Die Gründe für die reduzierte Volumenausbeute liegen in der mangelnden Fähigkeit zur Schaumbildung und -stabilisierung.

Im Gegensatz zu rezepturseitigen Ansätzen sind verfahrenstechnische Ansätze zum Überwinden der Schwächen von reformulierten Systemen bisher unterrepräsentiert. Für glutenfreie Teige, welche ebenfalls strukturschwache cereale Systeme mit limitiertem Gashaltevermögen darstellen, konnte das Potential von ohmschem Erhitzen (*ohmic heating*, OH) zur Herstellung von Produkten mit höherer Volumenausbeute im Vergleich zum konventionellen Backprozess herausgestellt werden. Der Vorteil des OH liegt in einer schnellen volumetrischen Erhitzung der thermodynamisch instabilen Schäume.

In der Absicht, den möglichen Zeitraum für das Auftreten von Schaumdestabilisierungsmechanismen zu verkürzen, verfolgt dieses Forschungsvorhaben das Ziel, ein kontinuierliches Aufschlag- und ohmsches Backverfahren (FoamFix-Verfahren) zur Herstellung biskuitartiger Backwaren ohne Hühnerei zu entwickeln. Eine schnellere Stabilisierung der thermodynamisch instabilen Schäume trägt dazu bei, die Gasretention zu steigern. Dies soll durch die Kopplung eines kontinuierlichen physikalischen Lockerungsprozesses und ohmschen Stabilisierungsprozesses erreicht werden. Der OH-Prozess ist dabei in zwei Stufen unterteilt, wobei die erste Erhitzung direkt im Anschluss an den physikalischen Lockerungsprozess erfolgt. Ziel dieser ersten Erhitzung ist es, die Elastizität der Masse zu erhöhen und die Gasblasenstabilisation zu verbessern. Zudem wird die Reaktionstemperatur des chemischen Backtriebmittels überschritten, wodurch zusätzliche Gasbildung und Gasblasenexpansion stattfinden. Nach einer Expansionsphase soll die Endstabilisierung in einem zweiten OH-Prozess erfolgen. Im Rahmen des Forschungsvorhabens werden die Anforderungen an die Prozessparameter der einzelnen Teilschritte (physikalische Lockerung, ohmsche Vor- und Endstabilisierung) sowie die Anforderungen an techno-funktionelle Inhaltsstoffe biskuitartiger Massen ohne bzw. mit reduziertem Hühnereiateil (Stabilisatoren, grenzflächenaktive Substanzen) systematisch definiert. Somit soll ein neuer technologischer Ansatz entwickelt werden, der die fehlende Funktionalität von Hühnereibestandteilen kompensieren kann. Dadurch wird es möglich, Schäume mit hoher Schaumbildungskapazität, aber begrenzter Schaumstabilität durch schnelles thermisch induziertes Stabilisieren so zu festigen, dass Backwaren mit höheren spezifischen Volumina erzielt werden.

Ziel des Projekts ist es, die nachteiligen Struktur- und Texturmerkmale in Biskuiten ohne bzw. mit reduziertem Hühnerei durch eine gezielte Schaumbildung (Foam) mit instantan folgender Schaumstabilisierung (Fix) zu kompensieren. Hierzu wird ein Prozess entwickelt, welcher die physikalische und chemische Lockerung mit einer stufenweisen ohmschen Erhitzung kombiniert.

Das Vorhaben basiert auf der Hypothese, dass die schnelle, volumetrische ohmsche Erhitzung eine höhere Gasretention im Vergleich zum konventionellen Backprozess ermöglicht. Durch die höhere Heizrate und volumetrische Erhitzung wird die Zeitspanne, in der Schaumdestabilisierungsmechanismen ablaufen können, verkürzt. Auf diese Weise sollen trotz reduziertem Anteil oder fehlender schaumstabilisierender Inhaltsstoffe Backwaren mit hohen spezifischen Volumina und gleichmäßiger Krumenstruktur erzeugt werden können.

Es wird zudem hypothetisiert, dass die Effizienz der chemischen Lockerung, wie sie bei herkömmlichen Biskuitmassen üblich ist, durch eine zweistufige OH optimiert werden kann. Die Gasbildung durch Backtriebmittel bei höheren Temperaturen ist vorteilhaft für die Lockerung von Backwaren.

Durch die erhöhte Elastizität der Biskuitmasse können die expandierenden Gasblasen besser stabilisiert werden. OH als volumetrisches Erhitzungsverfahren ermöglicht es, die Verweildauer in diesem Temperaturbereich – in dem der Ofentrieb stattfindet - zu verlängern (Stufe 1 = Vorstabilisierung). Dadurch lassen sich Gasbildung und -retention steigern. In einem zweiten Erhitzungsschritt wird die Matrix anschließend endgültig verfestigt (Stufe 2: Endstabilisierung).

Weiterhin wird hypothetisiert, dass die Anforderungen an techno-funktionelle Inhaltsstoffe (stabilisierend, grenzflächenaktiv) für das FoamFix-Verfahren neu definiert werden müssen. Im Vergleich zu herkömmlichen Prozessen, welche Inhaltsstoffe mit guter Schaumbildungs- und -stabilisierungsfunktionalität benötigen, soll im vorliegenden Forschungsvorhaben die Notwendigkeit für diese Funktionalitäten systematisch erarbeitet werden. Somit soll im Rahmen des Forschungsvorhabens unter Zugrundelegung der formulierungstechnologischen Vorerfahrung aus anderen Projekten, ergänzend zur „Ersatzproteinsuche“ für Vollei zur Gewährleistung der gewünschten Struktur- und Texturbildung in Biskuitmassen, ein prozesstechnologischer Ansatz verfolgt werden. Es wird außerdem angenommen, dass sich der Energieverbrauch zwischen konventionellem Ofenbacken und ohmschem Backen unterscheidet. Für den Vergleich dient der spezifische Energieverbrauch, definiert als eingesetzte Energie pro Masse Endprodukt, da er eine objektive Bewertung beider Verfahren ermöglicht.

Wirtschaftliche Bedeutung

Die Backwarenbranche erzielte im Jahr 2024 einen Umsatz von rund 22,1 Milliarden Euro. Davon entfielen etwa 17,92 Milliarden Euro auf das Bäckerhandwerk mit über 8.900 meist inhabergeführten Betrieben und rund 35.000 Verkaufsstellen. Die Betriebe sind überwiegend als kleine und mittlere Unternehmen einzustufen.

Im selben Jahr wurden rund 728.000 Tonnen Feine Backwaren produziert, was einem Umsatz von etwa 2,9 Milliarden Euro entspricht. Dieses Sortiment stellt nach Brot und Brötchen das zweitwichtigste Umsatzsegment dar. Gleichzeitig verändert sich die Nachfrage der Konsumentinnen und Konsumenten zunehmend in Richtung pflanzlicher Alternativen, auch im Bereich süßer Backwaren wie Kuchen und Biskuit.

Der Trend zu veganen Produkten wird durch ökonomische Faktoren wie volatile Ei-Preise, wiederkehrende Lieferengpässe sowie durch ethische Motive verstärkt. Für die Backwarenbranche ergibt sich daraus nicht nur die Nachfrage nach vollständig veganen Rezepturen, sondern auch nach Strategien zur Reduktion des Ei-Einsatzes, um Kosten- und Lieferrisiken abzufedern. Im Jahr 2024 erreichte der Pro-Kopf-Verbrauch von Eiern in Deutschland mit 249 Stück einen neuen Höchststand, ein Indikator für die hohe Marktrelevanz, aber auch für die Abhängigkeit von tierischen Rohstoffen. Parallel wächst der Markt für pflanzliche Ei-Alternativen sowie vegane Backzutaten weltweit dynamisch. Prognosen zufolge wird sich das Marktvolumen für vegane Backzutaten bis 2035 mehr als verdreifachen. Daraus ergeben sich neue Chancen für Produktentwicklungen im Bereich Feine Backwaren. Gleichzeitig stellen pflanzenbasierte Rezepturen die Hersteller vor neue technologische Anforderungen, wie z. B. in Bezug auf die Schaumstabilisierung, um Produkte mit vergleichbaren Eigenschaften zu konventionellen Produkten herzustellen.

Für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) in der Backwarenherstellung bedeutet diese Entwicklung neben den genannten Chancen auch eine Herausforderung. Während Großbäckereien auf eigene Forschungsressourcen zurückgreifen können, benötigen KMU praxistaugliche, übertragbare Lösungen, um auf veränderte Marktbedingungen reagieren und neue Segmente erschließen zu können.

Dies gilt besonders für das stark wachsende Segment pflanzenbasierter Feiner Backwaren, in dem Funktionalität, Textur und sensorische Qualität über die Marktakzeptanz entscheiden.

Die angestrebten Forschungsergebnisse tragen dazu bei, technologische Lücken bei KMU zu schließen und wirtschaftlich tragfähige vegane und ei-reduzierte Produktalternativen zu entwickeln. Davon profitieren sowohl Handwerksbäckereien als auch filialisierte Mittelbetriebe, die ihr Sortiment im Außer-Haus- und Snackmarkt erweitern.

Nach erfolgreicher Implementierung des Verfahrens zur Herstellung veganer Biskuitprodukte bietet sich zudem die Möglichkeit, die Technologie auf weitere Produktsegmente zu übertragen. Naheliegender sind Anwendungen für andere Feine Backwaren wie Rühr- oder Sandmassen, aber auch für glutenfreie Brotteige oder weitere strukturschwache, aufgeschlagene Matrices. Eine solche Erweiterung des Anwendungsbereichs würde die Reichweite und den Nutzen der Technologie zusätzlich vergrößern. Darüber hinaus eröffnen sich für KMU im Maschinen- und Anlagenbau wichtige Entwicklungspotenziale. Da bislang keine handelsüblichen Backöfen mit integrierter OH verfügbar sind, entstehen in der Anfangsphase Chancen für Hersteller von Backöfen, Bäckereimaschinen und insbesondere für den Sondermaschinenbau, der stark von KMU geprägt ist. Erforderlich ist die Entwicklung neuer Anlagen, entweder als eigenständige OH-Systeme oder als integrierte Lösungen, bei denen vorhandene Aufschlagsysteme mit OH kombiniert werden. In der frühen Umsetzungsphase profitieren daher vor allem KMU des Maschinen- und Anlagenbaus. Sobald marktgerechte Systeme vorliegen und unter industriellen Bedingungen validiert wurden, können Bäckereien die FoamFix-Technologie einsetzen, um ihr Sortiment um eifreie oder ei-reduzierte Produkte zu erweitern. Zudem bestehen Möglichkeiten zur Weiterentwicklung spezialisierter Komponenten wie Rotor-Stator-Aufschlagsysteme, Extruder und Inline-Messtechnik.

Weiteres Informationsmaterial

Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e. V. (DIL)
Prof.-von-Klitzing-Straße 7, 49610 Quakenbrück
Tel.: +49 5431 183-232
Fax: +49 5431 183-200
E-Mail: v.heinz@dil-ev.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 71-3262
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

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

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



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

Bildnachweis - Seite 1: © Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V. (DIL)

Stand: 7. Mai 2026