CO_2-induzierte Strukturierung/ Texturierung von Broten aus klimatoleranten Rohstoffen ohne Eigenbackfähigkeit



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungseinrichtung(en):	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):	Verband der Getreide-, Mühlen- und Stärkewirtschaft e. V. (VGMS), Berlin
Projektkoordinator:	Dr. Matthias Mayser Brabender GmbH & Co. KG, Duisburg
Laufzeit:	2023 – 2026
Zuwendungssumme:	€ 274.773,--

Ausgangssituation

Die schwankende Qualität der Weizenernte der vergangenen Jahre gibt Einblicke auf mögliche Auswirkungen des Klimawandels für zukünftige Erntejahre. Im Jahr 2018 sank der durchschnittliche Hektarertrag von 76,4 dt auf 66,7 dt. Die höhere Wahrscheinlichkeit für Wetterextreme sowie steigende Durchschnittstemperaturen erhöhen das Risiko für wetter- und schädlingsbedingte Ernteeinbußen drastisch. Daher müssen zunehmend klimatolerantere Stärkequellen als Basis für die Backwarenherstellung in Betracht gezogen werden. Potential wird z.B. in Hirsen und Hülsenfrüchten gesehen, die klimatolerante Stärkequellen darstellen. Hülsenfrüchte und Hirsen bzw. Pseudocerealien im Allgemeinen sind allerdings nicht eigenbackfähig. Ursächlich hierfür sind die Abweichungen im rheologischen Verhalten der Teige, die im fehlenden Glutennetzwerk begründet liegen. Insbesondere die, für die spätere Porenstruktur relevante, Aufarbeitung der Teige sowie die Gashaltefähigkeit sind deutlich eingeschränkt.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens sollte ein Verfahren untersucht werden, mit welchem strukturschwache Teigsysteme (basierend auf Mehlen ohne bzw. mit begrenzter/veränderter Eigenbackfähigkeit) durch die Nutzung der Teigmatrix als Speicher für gelöstes CO_2 strukturiert werden können. Durch eine weitestgehende Verzögerung des Gaseintrags bis zur thermischen Verfestigung sinkt die Bedeutung der Gasblasenstabilisierung in der Teigphase vor dem Backprozess. Im Gegensatz zu bisherigen, zumeist rezepturbasierten Ansätzen, welche darauf beruhten, das Gashaltevermögen der Matrix durch die Reduktion von Destabilisierungsvorgänge (Disproportionierung, Aufrahmen, Koaleszenz und Drainage) zu reduzieren, soll mit dem alternativen Herstellungsprozess die Problematik der mangelnden Gashaltefähigkeit weitestgehend umgangen werden.

Ziel des Forschungsvorhabens war die Nutzbarmachung der Teigmatrix als Speicher für gelöstes CO_2 und die Begünstigung der CO_2-Rückhaltung durch die zeitliche Optimierung des Einsetzens der thermisch induzierten Stabilisierungsmechanismen (Stärkeverkleisterung) und der temperaturabhängigen Gasfreisetzung. Somit

können Krumenstrukturen weitestgehend unabhängig von den viskoelastischen Matrixeigenschaften der Teigphase geschaffen werden. Als Proof-of-Concept soll das Verfahren anhand gf Teige dazu genutzt werden, nicht eigenbackfähige Teige zu strukturieren.

Forschungsergebnis

Das Forschungsvorhaben verfolgte einen verfahrenstechnischen Ansatz, bei dem CO_2 während des Mischprozesses in der flüssigen Phase des Teiges gelöst wird. Diese wirkt als Reservoir, sodass eine hohe Gashaltefähigkeit während der Fermentation nicht zwingend erforderlich ist. Erst während des Backens, mit steigender Temperatur und abnehmender CO_2-Löslichkeit, wird das Gas freigesetzt. Die Expansion der Gasblasen erfolgt dabei parallel zu thermisch induzierten Stabilisierungsmechanismen wie der Stärkeverkleisterung, wodurch eine stabile Krume weitgehend unabhängig von den viskoelastischen Eigenschaften gebildet wird.

Zur Untersuchung wurde ein Versuchsaufbau entwickelt, mit dem die CO_2-Löslichkeit in Abhängigkeit von Temperatur und Teigausbeute bestimmt werden konnte. Ab einer Teigausbeute von 190 zeigte sich eine steigende CO_2-Löslichkeit, unabhängig von Hydratationseffekten. Backversuche bestätigten das Potenzial von gelöstem CO_2 als alleiniges Backtriebmittel. Niedrige Teigausbeuten profitierten von kurzen Ruhezeiten, während höhere Teigausbeuten auch bei längeren Ruhezeiten eine ausreichende Lockerung erreichten, da CO_2-Verluste besser ausgeglichen werden konnten. Optimierungspotenzial zeigte sich zudem in der Wahl der Heizrate, wobei eine Erhöhung bis zu einem Optimum zu einem größeren Gebäckvolumen führte. Versuche unter Erfassung des freigesetzten CO_2 bestätigten die Hypothese, dass langsame Heizraten eine zu hohe CO_2-Freisetzung zu Zeitpunkten mit geringer Gashaltefähigkeit verursachen. Eine verkürzte Verweilzeit in diesen Bereichen führte hingegen zu einer höheren CO_2-Retention in der Teigmatrix.

Stabilisierende Zusätze verbesserten den Lockerungserfolg des untersuchten Verfahrens. So konnte unter Einsatz eines Reismehlkochstücks die Volumenausbeute gesteigert werden, obwohl die CO_2-Löslichkeit im Vergleich zum Kochstück-freien Teig reduziert war. Der kombinierte Einsatz mit einem biologischen Lockerungsverfahren zeigte Potential bei langen Teigruhezeiten/-fermentationszeiten.

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse des Forschungsvorhabens, dass gelöstes CO_2 ein geeignetes Lockerungsmittel für strukturschwache Teigsysteme darstellt. Seine Anwendung ermöglicht einen ausreichend hohen Gaseintrag sowie eine angemessene Volumenentwicklung, insbesondere in Systemen, in denen konventionelle Mechanismen der CO_2-Retention eingeschränkt sind.

Wirtschaftliche Bedeutung

Die Ergebnisse des Vorhabens werden die Flexibilität von Bäckereien bei der Rohstoffauswahl erhöhen und diese unabhängig von der verfügbaren Weizenqualität und -quantität werden lassen. Es werden Grundlagen für die Verarbeitung von klimatoleranten Rohstoffen gelegt und notwendige Anpassungen der KMU-dominierten Backwarenbranche für die Verarbeitung klimatoleranter Rohstoffe induziert. Hersteller gf Backwaren, die i. d. R. zu den kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) zählen, können von der Qualitätsoptimierung im Rahmen der Produktentwicklung bzw. bei der Verbesserung ihrer Qualitätsstandards und somit ihrer Produktqualität von den Ergebnissen des Forschungsprojektes bereits jetzt profitieren.

Die Investitionskosten der vorgeschlagenen Verfahrenstechnik sind gering. Insbesondere die Handhabung von Trockeneis bedarf nur weniger sicherheitsrelevanter Aspekte (wie Raumdurchlüftung, Benutzung von Handschuhen) und bietet somit eine kostengünstige Umsetzungsperspektive (Trockeneismaterialkosten/kg Mehl ~ 0,10 €) und eine leicht umzusetzende Lösungsstrategie. Durch die Verwendung von Trockeneisbereitern (< 1000 €) in Verbindung mit CO_2-Druckgasflaschen entfallen hohe Investitionskosten für spezielle Tiefkühlvorrichtungen. Zudem fallen nur einmalige Investitionen für geeignete Schutzausrüstungen an. Geeignete Headspace-Mischer sind mit Investitionen im Bereich von < 40.000 € verbunden. Neben den Produzenten von Backwaren werden auch die Hersteller von Misch- und Knetanlagen von den Ergebnissen profitieren, da deren Anlagen spezifischer auf die Bedürfnisse von gf Teigen angepasst werden können.

Publikationen (Auswahl)

1. FEI-Schlussbericht 2026.
2. Alpers, T., Niedermayr, G. & Becker, T.: Solubilized CO_2 as an alternative leavening strategy for gluten-free dough. Cereal Technology (2) 52, doi:10.23789/1869-2303-2026-2-52 (2026).

Weiteres Informationsmaterial

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:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

FORSCHUNGSKREIS DER ERNÄHRUNGSINDUSTRIE E.V.

INDUSTRIELLE GEMEINSCHAFTSFORSCHUNG

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: © Sascha Kreklau, Verband Deutscher Großbäckereien e.V.

Stand: 16. Juli 2026