

Mechanisch/elektrische Stimulation zur Optimierung der Teigruhezeiten bei Weizengebäck



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle(n):	Technische Universität München Wissenschaftszentrum Weihenstephan (WZW) Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie, Freising Prof. Dr. Thomas Becker/PD Dr. Mario Jekle
Industriegruppe(n):	VDMA-Fachverband Nahrungsmittel- und Verpackungsmaschinen e. V., Frankfurt Weihenstephaner Institut für Getreideforschung e.V. (WIG), Freising
Projektkoordinator:	Dieter Knost Werner & Pfleiderer Industrielle Backtechnik GmbH, Tamm
Laufzeit:	2017 - 2020
Zuwendungssumme:	€ 245.300,--

Ausgangssituation

Die direkte Verarbeitbarkeit von Teigen ist nach einem mechanischen Energieeintrag, wie beispielsweise dem Kneten, durch ein gestrafftes Glutennetzwerk eingeschränkt. Erst durch die anschließende Ruhephase restrukturiert sich das Glutennetzwerk; die Teige relaxieren, werden plastischer und gewinnen wieder an Dehnbarkeit. Dieser Spannungsabbau und die Zunahme an Dehnbarkeit ist Voraussetzung für die erfolgreiche Weiterverarbeitung der Teige, da ohne die Einhaltung der Ruhezeiten die einwandfreie maschinelle Teigteilung bzw. Formgebung erschwert ist. Je nach Knettechnik und Kleberqualität betragen diese Ruhezeiten zwischen 10 bis 30 Minuten, was sich vor allem bei Kurzzeit-Gärführungen deutlich in der Prozesszeit widerspiegelt. Ebenso werden produktabhängig in vielen Unternehmen zwischen dem Rundwirken und dem Langwirken Ruhezeiten angewandt, da ansonsten die Oberfläche durch die zu starke Belastung beim Backen aufplatzen könnte.

Die Aufeinanderfolge von mechanischen Belastungen mit anschließenden Entspannungsphasen ist unumgänglich, um die gewünschten Struktureigenschaften im Endprodukt auszubilden. Für den Herstellungsprozess bedeutet dies eine komplexe und aufwändige Anlagengestaltung, um die Ruhezeiten unter definierten Klimabedingungen zu gewährleisten. Hierzu finden in der Praxis häufig Zwischen-/Vorgärschränke Verwendung. Zwar stehen auch einige verfahrenstechnische Lösungen zur kontinuierlichen Teigverarbeitung ohne Entspannungsphasen zur Verfügung (z. B. Extrusionsverfahren), allerdings sind diese zum einem für kleinere Betriebe aufgrund der Anlagengröße meist ungeeignet, zum anderen stellen diese häufig Speziallösungen für spezifische Anwendungen dar und erzeugen z. T. Produkte mit veränderten textuellen Eigenschaften, so dass diese Lösungen nicht für alle Produkte und Unternehmen geeignet sind. Somit müssen für die meisten Backwaren komplexere Prozesse mit dem Zwischenschritt der Teigruhe eingehalten werden.

Ziel des Forschungsvorhabens war die Entwicklung eines Verfahrens zum steuerbaren Spannungsabbau von Weizenteigen nach mechanischen Belastungen im Glutennetzwerk.

Dieses Ziel basierte auf der Hypothese, dass invasive mechanische bzw. elektrische Stimulationen zu einer Umstrukturierung von biologischen Materialien führen können. Dies kann somit zum gezielten Spannungsabbau im Weizenteig unterschiedlicher Mehlqualitäten genutzt werden. Eine ausführliche mikro- und makrostrukturelle Analyse diente zur Aufklärung der zugrundeliegenden funktionalen Mechanismen der Teigentspannung.

Forschungsergebnis

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden Methoden zur Verkürzung des Spannungsabbaus in Weizenteigen nach mechanischen Belastungen entwickelt. Durch den Einsatz von invasiven mechanischen und elektrischen Impulsen kann die Umstrukturierung forciert ablaufen, so dass Teige erhalten werden, die in ihren mechanischen Eigenschaften denen eines nach „Betriebsstandard“ entspannten Teiges entsprechen.

Zunächst erfolgte die Evaluierung von Methoden, die die Teigentspannung stationär erfassen können. Hierbei wurde besonderes Augenmerk auf die Messung der Dehnungseigenschaften, der Nachgiebigkeit und der Elastizität der Teige gelegt. Zur Erfassung dieser Teigeigenschaften erwiesen sich vor allem die Dehnbarkeitsmessung nach KIEFFER-RIG, die Normalkraftmessung und verschiedene scherrheologische Methoden als geeignet. Diese charakterisieren die Teigentspannung jeweils durch unterschiedliche Belastungsarten (Scherung, Zug, Druck) und Belastungsstärken, so dass Veränderungen auf unterschiedlichen Strukturebenen greifbar gemacht werden konnten. Die Veränderungen der Teige über die Ruhezeit hin zu weicheren, nachgiebigeren Teigen mit geringem Widerstand gegenüber Deformationen und hohen Dehnbarkeiten können durch diese Messmethoden erfasst und entsprechend beurteilt werden.

In weiteren Schritten erfolgte der Aufbau der Versuchsstände zur Verkürzung und Steuerung des Spannungsabbaus im Glutennetzwerk. Zur Eintragung der invasiven mechanischen Impulse in die Teige wurde zum einen eine Rüttelplatte, zum anderen ein Ultraschallsystem verwendet. Zur Übertragung der Spannungsimpulse wurde ein Labornetzgerät mit 0 - 260 V AC verwendet. Nach Aufbau der Versuchsstände erfolgte die Charakterisierung der Teigfunktionalität in Abhängigkeit der forcierten Teigentspannung mittels der o. g. Methoden. Hierbei erwies sich vor allem die forcierte Entspannung mittels Wechselspannungsimpulsen als geeignet, um die Dehnbarkeit und Nachgiebigkeit des Teiges in wenigen Sekunden so zu erhöhen, wie sie entspannten Weizenteigen nach Ruhezeiten von 25 - 50 Minuten entsprechen. Auch die forcierte Entspannung mittels Ultraschalls erwies sich als geeignet, um die Dehnbarkeit und das Relaxationsverhalten entsprechend geruhter Teige zu modifizieren. Allerdings führte die Ultraschallbehandlung nicht zu einer Erhöhung der Softness (Nachgiebigkeit). Die Vibrationsbehandlung erzielte hingegen keine nennenswerten Ergebnisse.

Um eine Beeinflussung der Hefeaktivität bzw. der Textur der Brote durch die forcierte Entspannung ausschließen zu können, wurden Rheofermentometer- und Backversuche durchgeführt. Durch die forcierte Entspannung konnte eine Steigerung der Gasfreisetzung mittels Rheofermentometermessungen aufgezeigt werden. Ebenfalls konnten durch diese Messungen vergleichbare Gashalteigenschaften zwischen forciert entspannten und herkömmlich geruhten Teigen nachgewiesen werden. Dies konnte auch durch Backversuche bestätigt werden. Ebenfalls konnte durch die visuelle und maschinelle Beurteilung der Krumeneigenschaften der fertigen Backwaren kein signifikanter Unterschied durch die Spannungsbehandlung, jedoch aber für die Ultraschallbehandlung, festgestellt werden.

Die anschließende Korrelationsanalyse zeigte gute lineare Zusammenhänge zwischen der Ruhezeit und der Dehnbarkeit, mäßige Zusammenhänge zwischen den Mehlqualitätszahlen und der Dehnbarkeit, aber keine Zusammenhänge zwischen der Intensität der forcierten Entspannung und der Dehnbarkeit. Dies deutet darauf hin, dass der Effekt zum einem unmittelbar eintritt und zum anderen eine kritische Feldstärke benötigt wird. Somit ist das Verkürzungspotential der Methode als sehr hoch (instantaner Effekt) einzustufen, ein Steuerungspotential bezüglich der Stärke des Effektes besteht allerdings nicht direkt. Abschließend erfolgte die Integration der Methodik (Ultraschall) in eine Laminieranlage industriellen Maßstabs. Die vergleichende Vermessung

(Teiglingsfläche und Schnittkantenverformung) von forciert entspannten Teiglingen mit nicht entspannten Teiglingen konnte dabei die Integrationsfähigkeit der Methode und deren positiven Effekte auf die Dehnbarkeit und Elastizität der Teige in industriellen Prozessen aufzeigen.

Wirtschaftliche Bedeutung

Eine effiziente Prozessgestaltung wird vor dem Hintergrund zunehmender Produktionskosten, steigender Energie- und Personalkosten sowie des wachsenden Wettbewerbsdrucks in der Backwarenindustrie immer wichtiger. Viele Betriebe versuchen daher, ihre internen Abläufe zu optimieren und in ihrer Komplexität zu verringern. Die forcierte Teigentspannung kann den Prozess der Teigbearbeitung bzw. Teigverarbeitung wesentlich vereinfachen, da der Prozessschritt der Teigruhe entfallen könnte. Die bisher in diesem Prozessschritt eingesetzten Vorgärschränke können somit eingespart werden. Dies hat zum einen energetische Vorteile, zum anderen hat der Wegfall der Zwischengärschränke auch hygienische Vorteile und reduziert den Reinigungsaufwand. Integrationsmöglichkeiten für die forcierte Teigentspannung bieten sich sowohl für vollautomatisierte Anlagen als auch für semiautomatisierte Transportstrecken, die bereits in vielen kleineren und mittelständischen Bäckereien zu finden sind.

Neue Technologien beinhalten besonders in der stark mittelständisch geprägten Backbranche eine Chance zur Diversifizierung der Betriebe. Nur 0,31 % der in diesem Bereich tätigen Unternehmen haben einen Umsatz von mehr als 50 Mio. €. Besonders vorteilhaft sind die variablen Integrationsmöglichkeiten der forcierten Teigentspannung in den unterschiedlichen Prozessen. Selbst kleine Unternehmen, die ohne Zwischengärschranke arbeiten, können durch die forcierte Teigentspannung die Verweilzeit der Teiglinge unter unkontrollierten Klimabedingungen verkürzen, was zu einer standardisierten Produktion mit hochwertigen Produkten beitragen können. Zudem besteht Potential, Kosten durch einen geringeren Energieverbrauch einzusparen. Neben der Backbranche wird auch der Maschinen- und Anlagenbau von der neuen Technologie profitieren, da Hersteller diese Technik in neue Anlagen integrieren könnten.

Publikationen (Auswahl)

1. FEI-Schlussbericht 2020.
2. Brandner, S., Becker, T. & Jekle, M.: Instantaneous wheat dough relaxation by alternating current electric fields. *J. Food Eng.* 315, 110818 (2022).
3. Brandner, S., Becker, T. & Jekle, M.: Prozessdesign mittels forcierter Teigentspannung. *brot+backw.* 6, 3841 (2021).
4. Jekle, M.: Technologien zum gezielten Struktur- und Texturdesign von getreidebasierten Lebensmitteln. FEI-Jahrestagung 2018: Herausforderungen der Praxis und Beiträge Industrieller Gemeinschaftsforschung, Quakenbrück, (www.fei-bonn.de/veranstaltungen-termine/jahrestagungen/jahrestagung-2018) (2018).

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

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:



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 Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Bildnachweis - Seite 1: © industrieblick - stock.adobe.com #205338498

Stand: 11. Oktober 2022