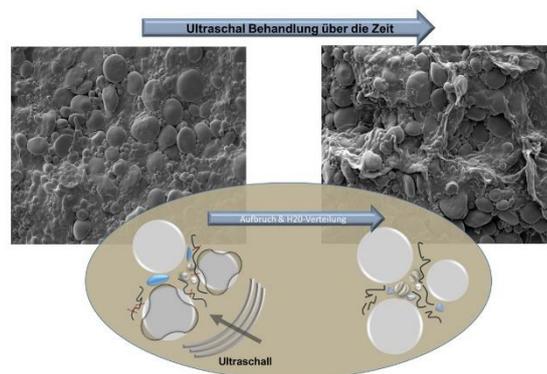


Verbesserung der Teigstruktur von Roggenteigen mittels Anwendung von Hochleistungs-Ultraschall während der Misch- und Knetphase



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle(n):	Universität Erlangen-Nürnberg Department Chemie- und Bioingenieurwesen Lehrstuhl für Strömungsmechanik Prof. Dr. Antonio Delgado/Dr. Bernhard Gattermig
Industriegruppe(n):	VMDA-Fachverband Nahrungsmittel- und Verpackungsmaschinen e.V., Frankfurt a.M. Verband der Getreide-, Mühlen- und Stärkewirtschaft e.V. (VGMS), Berlin
Projektkoordinator:	Dieter Knost Werner & Pfleiderer Industrielle Backtechnik GmbH, Tamm
Laufzeit:	2019 – 2021
Zuwendungssumme:	€ 246.350,--

Forschungsziel

Bei der Fertigung von Backwaren aus ungesäuertem Roggenmehl lassen sich in der Praxis vielfach unerwünschte Phänomene in der Backfähigkeit beobachten, die im Vergleich zu reinen Weizenmehlteigen zu einer geringeren Elastizität des Teiges und zu einem geringeren Gashaltevermögen führen. Dies äußert sich später im Endprodukt durch eine nicht elastische Krume, inhomogene Blasenverteilung im Laib und ungenügende Schnittfähigkeit. Als eine der Ursachen wird eine störende Wirkung auf die Netzwerkbildung von Kleberproteinen durch den hohen Gehalt an Pentosanen, bzw. Arabinoxylanen, („Schleimstoffe“), im Roggen genannt. Besonders die wasserunlösliche Fraktion der Pentosane unterbindet eine Vernetzung der Kleberproteine durch eine räumliche Umlagerung dieser und den Entzug von Wasser, das zur Quellung der Kleberstruktur benötigt wird. Um diese Hemmung zu minimieren, werden jene Pentosane in der Praxis bisher durch Zugabe von Endo-lasen und Xylanasen wasserlöslich gemacht. Beim Abbau wird wieder Wasser von den Pentosanen freigegeben. Allerdings müssen bei diesem Verfahren die Reaktionszeit und die Enzymkonzentration an den Teig angepasst werden, da Lignin und Ferulasäure, die als Brückenbildner zwischen unlöslichen Arabinoxylanen und Gerüststruktur der Kornzellwand fungieren, die Enzyme räumlich von den Arabinoxylanen fernhalten. Im Gegenzug muss eine zu lange Einwirkzeit vermieden werden, da diese ein Zerfließen des Teiges nach sich zieht. Alternativ versuchen Backbetriebe die fehlende Kleberwirkung über die Vernetzung der Stärke zu kompensieren. Dies verlangt jedoch ein Ansäuern des Teiges, um die Roggeneigenen Amylasen zu hemmen, die während des Backens Stärke abbauen und ihre Wasserbindung ebenfalls absenken. Beide Vorgehensweisen erfordern zusätzliche Kosten, besondere Führungsbedingungen (Temperatur, pH, Zeit, Zugussmenge) und speziell bei Enzymen ziehen sie einen Verzicht auf Qualitätssiegel wie Bio oder Demeter nach sich.

Eine Alternative zur enzymatischen Behandlung von Teigen verspricht hingegen die Anwendung von Hochleistungsltraschall. Je nach Wahl der Frequenz hat Ultraschall unterschiedliche Auswirkungen in einem

viskoelastischen Körper. Bei niedrigen Frequenzen werden vermehrt kleine Kavitationen erzeugt, die durch Implosionen umgebende Partikel zerstören und in ihre einzelnen Bestandteile auflösen können. Bei hohen Frequenzen werden hingegen Stoffströme geschaffen, die eine unterstützende Wirkung für enzymatische Reaktionen besitzen. Zwischen beiden Frequenzbereichen werden zusätzlich Resonanzverhalten von Partikeln und Blasen beobachtet, die im Verhältnis zu ihrer Größe und der Frequenz der eintretenden Welle stehen. Eine systematische Untersuchung einer derartigen Teigbehandlung wurde bislang noch nicht durchgeführt.

Ziel des Forschungsvorhabens war es daher, mittels einer Ultraschallbehandlung von Roggenteigen die Wasseraufnahme und Quellung der Stärke und der Proteine zu verbessern und dadurch die Teigstruktur ohne Enzymadditive zu stärken. Hierdurch sollen auftretende Backfehler durch eine unzureichende oder fehlende Säuerung bei unterschiedlichen Roggenmehlanteilen im Teig kompensiert werden.

Forschungsergebnis

Im Rahmen des Vorhabens wurde Roggenteig auf unterschiedliche Weise während des Knetens mit Ultraschall behandelt und anschließend zu Brot backen. Sowohl der Teig als auch die fertigen Brote wurden mit mehreren Untersuchungsmethoden analysiert. Die Beaufschlagung mit Ultraschall erfolgte mit Stab- und Platten-sonotroden direkt in den Teig oder durch eine Übertragung über die Wand des Knetkessels. Hierbei wurden verschiedene Leistungen und Schwingungsfrequenzen miteinander kombiniert. Anschließend wurde der Teig auf seine rheologischen Eigenschaften sowie dessen gebildete Proteinnetze untersucht. Bei den fertigen Broten wurde der Backverlust sowie die Porengrößenverteilung betrachtet. Hierbei wurde festgestellt, dass durch die Anwendung von Hochleistungultraschall beim Kneten von Roggenbackwaren, deren Qualität verbessert werden kann. Gegenüber Brot, das aus unbehandeltem Teig hergestellt wurde, war eine Erhöhung des Anteils kleiner Poren um bis zu 25 % erreichbar, was eine erhebliche Verbesserung der Brotqualität bedeutet. Zudem wurde durch die Untersuchungen deutlich, dass der entscheidendste Einflussfaktor auf die erzielten Verbesserungen die Ultraschallfrequenz ist, die eingebrachte Leistung jedoch nur eine zweitrangige Rolle spielt. Somit kann auch mit vergleichsweise geringer Leistung energiesparend eine große Verbesserung der Backwarenqualität erreicht werden. Die Untersuchung der Teig rheologie ergab tendenziell eine geringfügige Erweichung des Teiges, die aber durch eine Anpassung der Rezeptur und Weiterverarbeitung einfach ausgeglichen werden kann. Alle weiteren untersuchten Parameter ergaben keine signifikanten Unterschiede zur jeweils unbehandelten Variante.

Wirtschaftliche Bedeutung

Der Pro-Kopf-Konsum von Brotgetreide in Deutschland betrug 2019/20 77,6 kg. Deutsche Verbraucher können hierbei aus über 2.200 Brotsorten auswählen. Brote mit mindestens 51 % Roggenanteil werden dabei von fast der Hälfte der Verbraucher bevorzugt, da derartige Backwaren als besonders schmackhaft und qualitativ hochwertig wahrgenommen werden. Gerade in dieser Produktparte liegt die Bereitschaft, Produkte mit Biosiegeln zu kaufen, höher als bei anderen Lebensmitteln. Der Markt für Bioprodukte wird insbesondere von kleinen und mittelständischen Unternehmen bedient und liegt nach Schätzungen bei ca. 460 Mio. € im Backwarenbereich, wobei Brot mit einem Anteil von ca. 70 % das Leitprodukt dieser Sparte ist.

Bedingt durch die enge Verbindung zwischen Roggenbackwaren und einem zunehmenden Bio-Bewusstsein deutscher Verbraucher steigen auch die Erwartungen in Hinblick auf Produktqualität und Herstellungsweise. Um der Nachfrage und den Qualitätsforderungen aller Kundengruppen gerecht zu werden, ergäbe sich im Ergebnis des Vorhabens die Möglichkeit, eine Optimierung in Roggenteigen in Hinblick auf eine bessere Maschinengängigkeit, eine geringere Klebrigkeit und auf die spätere Backqualität durch den Einsatz von Hochleistungultraschall auf rein mechanische Weise zu steuern und dadurch auf den Einsatz von Enzymen (Xylanasen) zu verzichten. Eine mögliche Einsparung von Xylanasen würde die Produktion von hochpreisigen Produkten mit Bio- und Demeter-Siegeln eröffnen, die einen Enzymeinsatz untersagen.

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

Publikationen (Auswahl)

1. FEI-Schlussbericht 2021.

Weiteres Informationsmaterial

Universität Erlangen-Nürnberg
Department Chemie- und Bioingenieurwesen
Lehrstuhl für Strömungsmechanik
Cauerstraße 4, 91058 Erlangen
Tel.: +49 9131 85-29500
Fax: +49 9131 85-29503
E-Mail: bernhard.gattermig@fau.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 Klimaschutz

Das IGF-Vorhaben **AiF 20517 N** der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Godesberger Allee 125, 53175 Bonn, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages