

Steuerung der Struktur, Aromaqualität und Frischhaltung von Weizenbackwaren durch optimierte Teigführungen und modifizierte Stärkeeigenschaften

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle I:	Technische Universität München Wissenschaftszentrum Weihenstephan WZW Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie Prof. Dr. Thomas Becker/Dr. Mario Jekle
Forschungsstelle II:	Hans-Dieter-Belitz-Institut für Mehl- und Eiweißforschung e.V. (hdbi), Freising Prof. Dr. Dr. Peter Schieberle/Prof. Dr. Peter Köhler
Industriegruppen:	Verband Deutscher Großbäckereien e.V., Düsseldorf Weihenstephaner Institut für Getreideforschung (WIG) e.V., Freising Verein der Förderer des Hans-Dieter-Belitz-Instituts für Mehl- u. Eiweißforschung e.V. (hdbi), Freising
	Projektkoordinator: Dr. Andreas Vollmar Backaldrin Vertriebsges. mbH, Garching
Laufzeit:	2013 – 2015
Zuwendungssumme:	€ 489.600,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Neben dem Knetprozess ist die Art der Teigführung ein wichtiger Grundbaustein in der Prozesskette zur Herstellung von Brot und Kleingebäck. Eine unsachgerechte Teigführung wirkt sich auf die gesamte Produktionskette bis hin zum Endprodukt aus. Die Backwarenherstellung wird grundsätzlich in sogenannte direkte oder indirekte Teigführungsarten unterteilt. Unter direkter Teigführung werden alle Teigherstellungsprozesse verstanden, die in einem durchgängigen Arbeitsgang erfolgen. Unterteilt wird diese Art der Teigführung in die Kurz- sowie Langzeitführung, die Gärverzögerung, Gärunterbrechung und Lagerfrostung. Bei der indirekten Teigführung ist dagegen die Teigherstellung in mindestens zwei Stufen (Vor- und Hauptteig) aufgeteilt. Bei beiden Teigführungsarten findet nach der Teigherstellung eine Aufarbeitung zu Teiglingen statt. Durch Veränderungen der Teigführungsart kann - neben dem Ausgleich von Produktionsspitzen - produktspezifisch eine Qualitätssteigerung, z.B. ein verbessertes Volumen, eine verstärkte Bräunung, eine verbesserte Frischhaltung

und ein intensiveres Aroma der Backwaren erreicht werden. Im Gegensatz dazu kann eine falsche Anwendung der Prozessparameter (z.B. eine zu lange Gärzeit) qualitative Produkteinbußen, z.B. eine gummiartige, zähe Kruste, (d.h. eine zu geringe Rösche), sog. Süßblasen, eine zu starke Bräunung und/oder Fehlgerüche hervorrufen.

Trotz der Einhaltung von optimalen Gärgradienten ist die Reproduzierbarkeit der Produkte bisher nicht immer gewährleistet, was vermutlich auf fehlende Kenntnisse vor allem über stärkebeeinflussende Faktoren (Enzymaktivitäten, Stärkebeschädigung) zurückzuführen ist. Des Weiteren bestehen Abhängigkeiten zwischen der Stärkebeschädigung (8 - 10 % des Weizenmehles kann durch die Vermahlung mechanisch geschädigt werden) und dem Quellungsverhalten bzw. der Wasseraufnahmefähigkeit der Stärke und den damit verbundenen strukturellen Eigenschaften des Teiges. Zu beiden Einflussfaktoren liegen aber bis heute keine detaillierten Untersuchungen in hefege-lockerten Teigen vor, was jedoch für eine exakte Charakterisierung der

Teigstruktur während des Gärprozesses unter differenzierten Parametern entscheidend ist. Dies setzt detaillierte Kenntnisse über physikochemische Veränderungen hefegelockerter Teige während des gesamten Prozessverlaufes dieser wesentlichen Teigführungsarten sowie deren Abhängigkeiten auf Struktur und Aroma der Endprodukte voraus.

Ziel des Forschungsvorhabens war deshalb die Untersuchung der Auswirkung differenter Gärführungsparameter und Stärkebeschädigungsgrade auf die Frischhaltung, Textur und Aroma von Weizenbackwaren.

Forschungsergebnis:

Analysen zum Grundlagenverständnis qualitätsbestimmender Vorgänge differenter Teigführungsarten anhand von Stärke- und Mehlsuspensionen zeigten, dass in allen Mehlproben die Enzymaktivität (β -Amylase) signifikant abnahm. Untersuchungen am Mehl-Wasser-Suspensionsmodell sowie am Teigmodell belegten, dass die Summe der gemessenen Zucker mit steigender Gärzeit und steigendem Stärkebeschädigungsgrad zunahm. Eine Überschreitung der optimalen Teigausbeute (TA) der beschädigten Mehle führte zu einer verringerten Zuckerbildung. Mit steigendem Stärkebeschädigungsgrad nahm sowohl die maximale Teighöhe als auch die Gashaltkapazität der Teige ab. Bei den niedrig beschädigten Mehlen zeigte eine Erhöhung der TA einen signifikanten Effekt auf den Zeitpunkt T_x (Gas entweicht aus Teigmatrix); beim hoch beschädigten Mehl war der Effekt hingegen nicht signifikant. Das spezielle Volumen nahm bei allen Teigführungsarten mit nicht angepasster TA signifikant ab. Die Krumenfestigkeit nahm in Abhängigkeit des Stärkebeschädigungsgrades bei unterschiedlichen Gärkonditionen zu. Dieser Effekt war auch bei Zugabe von amylolytischen Enzymen (bakteriell, maltogen, fungal) zu beobachten. Mit dem Zusatz fungaler Amylasen konnte bei Gärverzögerung und Langzeitführung der höchste Bräunungsindex erzielt werden. Alle enzymbehandelten Teige sowie der Standard zeigten bei kurz- und langgeführten Teigen eine signifikante Zunahme des speziellen Volumens mit steigendem Beschädigungsgrad. Fungale Amylase führte darüber hinaus zu einer sehr weichen Krume. Der a_w -Wert der Proben nahm mit steigendem Beschädigungsgrad ab. Für die kurzgeführten bzw. mit Vorteig geführten Teigproben war ein Elastizitätsabfall von 65 % bzw. 50 % zu verzeichnen. Die weiteren Teigfüh-

rungsarten führten während der Fermentation zu einer Erhöhung der Teigelastizität. Die Reduktion der Gärtemperatur bewirkte eine Abnahme teigerweichender CO_2 -Mengen bei gleichzeitig erhöhter Produktion organischer Säuren, so dass die Elastizität der Teigproben während der Gare zunahm. Bestätigt wurden diese Ergebnisse durch rheologische Messungen.

Weiterhin konnte gezeigt werden, dass zwischen dem speziellen Volumen und der Gärtemperatur ein Zusammenhang besteht. Während gärverzögerte Produkte aufgrund des reduzierten Hefemetabolismus das geringste Volumen aufwiesen, konnte durch die Langzeitführung das Volumen signifikant gesteigert werden. Über die Lagerdauer betrachtet, wurden keine signifikanten Veränderungen des Volumens beobachtet. Zwischen Bräune und Rösche bestand kein statistisch signifikanter Zusammenhang. Es konnten aber Zusammenhänge zwischen der Teigführungsart und der Knusprigkeit aufgezeigt werden. Bei der Betrachtung der Akustik wurde ein starker Akustikabfall in den ersten 3,5 Stunden der Lagerung beobachtet, wohingegen die aufzuwendende Kraft, um das Brötchen auf eine Deformation von 40 % zu zerdrücken, stetig stieg. Nachdem an Forschungsstelle 2 keine neuen Schlüsselaromastoffe im Projektbrot identifiziert werden konnten, wurde auf einen rein quantitativen Unterschied im Vergleich zu Literaturdaten geschlossen. Während in Mehl nur sehr geringe Mengen der bedeutenden Aromastoffe gefunden wurden, konnte gezeigt werden, dass die Bäckerhefe sowohl einen großen Teil von aromaaktiven Verbindungen als auch die Aminosäuren Prolin und Ornithin, Vorstufen des röstigen 2 Acetyl-1-pyrrolins, in den Teig einbringt. Bei der Lagerung von Frischhefe wurden aber freie Aminosäuren abgebaut, zugleich stiegen die Konzentrationen von Methylbuttersäure, Buttersäure und 2-Phenylethanol deutlich. Andere freie Aminosäuren, die Vorstufen für aromaaktive Säuren, Aldehyde und Alkohole darstellen, wurden schon während des Knetens aus dem Mehl vermutlich durch Proteolyse gebildet. Weiterhin konnte ein Abbau dieser Vorläufer während der Führungen beobachtet werden, der aber bei einer langen, kühlen Fermentation weniger ausgeprägt war. Zudem wurden bei einer derartigen Führung auch schon im Teig größere Mengen von Methylbuttersäure, 3 (Methylthio)propanal und 2-Phenylethanol gebildet. Bei der Quantifizierung von Mono-, Di- und Trisacchariden mittels HPLC-MS/MS-Untersuchungen zeigten sich keine bedeutenden Konzentrationsunterschiede in den verschiedenen ge-

fürten Teigen. Bei den Krusten der fertigen Brote wurden korrelierend zu den Konzentrationen von Ornithin und Prolin in den geführten Teigen ähnliche Gehalte von röstigem 2-Acetyl-1-pyrrolin gefunden. Im Falle der Krumen waren für die gärverzögerte Führung, korrelierend mit den Aromastoff- und Vorläuferkonzentrationen im Teig, die Gehalte von schweißiger Methylbuttersäure, blumigem Phenylethanol und an gekochte Kartoffeln erinnerndem 3-(Methylthio)propanal am höchsten. Für aus stark mahlbeanspruchtem Mehl gebackene Brote nahmen bedingt durch die erhöhte Wasseraufnahme in der Kruste die Konzentrationen von Krumenaromastoffen zu, während wichtige röstige und erdige Aromastoffe kaum mehr gebildet wurden. In der Krume stieg der Gehalt der fettigen Verbindung (E,E)-2,4-Decadienal stark an.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Im Jahr 2014 stieg in Deutschland der Jahresumsatz im Bäckerhandwerk auf 13,52 Mrd. €, was einem Umsatz von ca. 1,1 Mio. € pro Betrieb entspricht. Die Zahl der Handwerksbäckereien sank allerdings in den letzten 60 Jahren von rund 55.000 im alten Bundesgebiet auf 12.611 Betriebe mit rund 30.000 Filialen im heutigen Deutschland. Die Aufklärung von Prozessgrenzen und Zeitregimen sowie die Evaluierung der Erkenntnisse aus direkten und indirekten Teigführungsarten schaffen praxisrelevante Führungssysteme unter optimierten Prozessparametern und Endproduktqualitäten. Die gewonnenen Erkenntnisse ermöglichen es den Unternehmen, die entsprechenden Teigführungsarten mittels spezifischen Einflussgrößen (Prozess, Rohstoff und Rezeptur) auf die Teigführungsart zu beherrschen. Anhand der Forschungserkenntnisse können Aroma, Struktur und Frischhaltung von Backwaren optimiert werden. Diese Ergebnisse bieten neben der Aufklärung von Prozessgrenzen unter Aufrechterhaltung der optimalen Produktqualität auch die Möglichkeit, Rohstoffschwankungen durch den Gärprozess auszugleichen. Gerade kleinen und mittleren Unternehmen eröffnet sich - ohne maschinelle Umstrukturierung - dadurch die Möglichkeit, durch ablaufende qualitätsbestimmende Vorgänge bei der Anwendung von Teigführungsarten die Qualitätsparameter Frischhaltung, Aroma und Textur von Backwaren zu steigern bzw. zu optimieren. Zudem kann durch die an die Rohstoffqualitäten angepasste Führungstechnologie die Qualitätssicherheit und -standardisierung des Brot- und Gebäcksortiments erhöht werden, was zu weni-

ger Ausschussware (z.B. aufgrund zu langer Gärzeit) führt. Des Weiteren kann durch die auf die Gebäckqualität bezogene Optimierung der Führungsmethoden mit den bestehenden Betriebsanlagen die Backwarenqualität gesteigert werden. Somit müssen keine zusätzlichen Investitionen durch neuartige Anlagentypen oder Ausrüstungen getätigt werden. Außerdem können Teigführungen, die ausschließlich zur Steigerung der Produktqualität eingesetzt werden, möglicherweise in kürzerer Zeit bei gleicher oder sogar erhöhter Produktqualität angewendet werden. Zusammengefasst bilden die im Forschungsvorhaben gewonnenen Ergebnisse die Grundlage für eine Steigerung der Gebäckqualität, die aufgrund der derzeitigen und prognostizierten Kundenstruktur zu einer verbesserten Verkaufssituation insbesondere kleinerer Unternehmen führen kann.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2015.
2. Verheyen, C., Jekle, M. und Becker, T.: Effects of *Saccharomyces cerevisiae* on the structural kinetics of wheat dough during fermentation. *LWT Food Sci. Technol.* 58, 194-202 (2014).
3. Meitinger, M. und Schieberle, P.: Steuerung der Aromaqualität von Weizenbackwaren durch optimierte Teigführung. Jahresbericht Dt. Forschungsanst. Lebensmittelchem., ISBN 978-3-938896-85-0, 52-55 (2014).
4. Meitinger, M. und Schieberle, P.: Einfluss der Teigführungsart auf die Bildung von Schlüsselaromastoffen in Weizenbrot. Jahresbericht Dt. Forschungsanst. Lebensmittelchem., ISBN 978-3-946117-01-8, 40-43 (2015).

Weiteres Informationsmaterial:

Technische Universität München
Wissenschaftszentrum Weihenstephan WZW
Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie
Weihenstephaner Steig 20, 85354 Freising
Tel.: +49 8161 71-3262
Fax: +49 8161 71-3883
E-Mail: tbecker@wzw.tum.de

Hans-Dieter-Belitz-Institut für Mehl- und Eiweiß-
forschung e.V. (hdbi)

Lise-Meitner-Straße 34, 85354 Freising

Tel.: +49 8161 71-2928

Fax: +49 8161 71-2970

E-Mail: peter.schieberle@lrz.tum.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)

Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn

Tel.: +49 228 3079699-0

Fax: +49 228 3079699-9

E-Mail: fei@fei-bonn.de

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

gefördert durch/via



Das o. g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 142-148, 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.