

Untersuchung stofflicher Ursachen von Qualitätsmängeln bei klassischen Roggenbrotten und Ableitung von Lösungsstrategien

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle I:	Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik (DIL), Quakenbrück Dr. Volker Heinz/Dr. Ute Bindrich
Forschungsstelle II:	Institut für Lebensmittel- und Umweltforschung (ILU), Nuthetal Dr. Peter Kretschmer/Dr. Heinz Kaiser
Industriegruppen:	Verband Deutscher Mühlen e.V. (VDM), Bonn Verband Deutscher Großbäckereien, e.V., Düsseldorf
	Projektkoordinator: Philipp Münstermann Lieken Brot- und Backwaren GmbH, Garrel
Laufzeit:	2011 – 2014
Zuwendungssumme:	€ 487.150,-- (Förderung durch BMWi via AiF)

Ausgangssituation:

Als "klassisches" Roggenbrot werden Roggen- und Roggenmischbrote bezeichnet, die nach den Deutschen Leitsätzen für Brot und Kleingebäck aus mehr als 50 % Roggenmählerzeugnissen bestehen und üblicherweise mit einer Sauerteigführung hergestellt werden. Bei diesen Broten treten, insbesondere wenn es sich um länger haltbare Produkte handelt, zunehmend Qualitätsfehler auf, wie z.B. mangelnde Frische, eine wenig saftige Krume, Mängel in den Kaeigenschaften, Rissbildungen in der Krume sowie Lockerungs- und Volumenmängel. Diese Fehler sind betriebsübergreifend und nicht an Betriebsgrößen oder an Verfahrens- und Führungspraktiken gebunden.

Die üblichen Methoden zur Eignungsfeststellung von Roggenpartien und -mehlen sind dabei immer weniger in der Lage, die Backergebnisse adäquat widerzuspiegeln. Die indirekten Qualitätsdaten, Fallzahl und Amylogrammwerte, korrelierten in der jüngeren Vergangenheit mit den Backergebnissen bzw. dem Brotvolumen sowie untereinander nur mittelstark bei einem Niveau von 0,5 - 0,6. Lediglich bei der Korrelation der Fallzahl mit der Temperatur im amylografischen Maximum liegt der Zusammenhang bei ca. 0,9. Der Industrie fehlt es gegenwärtig an Kriterien, Roggen mit guten Backeigenschaften zuverlässig zu identifizieren.

Insbesondere fehlen praxistaugliche analytische Parameter, die in Rohstoffspezifikationen Eingang finden könnten.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, aufbauend auf Vorarbeiten der beiden Forschungsstellen die Ursachen der veränderten Backfähigkeit des Roggens zu verifizieren und daraus Maßnahmen für eine Behebung der Mängel abzuleiten. Darüber hinaus sollte eine Definition der Eigenschaften von Brotroggen erarbeitet werden, die es Mühlen und Backwarenbetrieben ermöglicht, verbesserte Rohstoffspezifikationen zu formulieren. Schwerpunkt der Arbeiten war die Untersuchung der gegenseitigen Beeinflussung von Stärke, Nichtstärkepolysacchariden (NSPS) und Roggenproteinen in Wechselwirkung mit dem roggeneigenen Enzymkomplex und zugesetzten Enzymen.

Forschungsergebnis:

Ausgehend von den Ergebnissen der Vorversuche mit Roggenmustern des Erntejahrs 2010, das durch starken Trockenstress gekennzeichnet war, wurde die Hypothese aufgestellt, dass die Zugänglichkeit der Stärke für Wasser als Voraussetzung für eine ausreichende Stärkeverkleisterung eingeschränkt sein kann. Da diese extremen Bedingungen in den Folgejahren nicht so ausgeprägt waren,

aber trotzdem Probleme mit der Qualität von Roggenbrot aufgetreten sind, wurde die Hypothese für die Ursachen der Qualitätsmängel erweitert und auf dieser Basis ein erweitertes analytisches Konzept erarbeitet. Für beide Merkmale wurden erstmalig Methoden entwickelt, die es erlauben, belastbare Einschätzungen vorzunehmen. Insbesondere bei Mahlprodukten, die zu Gebäcken mit unzureichender Qualität führen, ist es so möglich, die Probleme zu identifizieren und auch Rückschlüsse hinsichtlich der Ursachen zu ziehen.

Die quantitative Analyse der Inhaltsstoffe von Roggenmahlprodukten erlaubt hingegen keine sicheren Rückschlüsse für die Eignung als Brotroggen. Lediglich die Menge an β -Glucanen ist ein Parameter, der hier hilfreich sein kann. Diese Untersuchungsmethode ist allerdings nicht in den Betriebslabors von Mühlen und Backwarenbetrieben etabliert.

Eine weitere wesentliche Erkenntnis des Projektes besteht darin, dass Proteine und NSPS ihre Wechselwirkungen mit Wasser in Abhängigkeit vom pH-Wert in starkem Maße verändern. Aus diesem Grund erfolgte zusätzlich die Aufarbeitung der Inhaltsstoffe der Roggenschrote mit Wasser, das auf pH 4,0 eingestellt war. Die resultierenden pH-Werte erlauben über die Pufferwirkung der Proteine Rückschlüsse auf die Zugänglichkeit der ionisierbaren funktionellen Gruppen. Diese ist sowohl von der quartären Struktur der Proteine als auch von einer Komplexbildung mit NSPS abhängig. Die erwartete Erhöhung der Löslichkeit der Proteine war nicht bei allen untersuchten Mustern zu verzeichnen. Die gefundenen Funktionalitätsunterschiede spiegeln sich aber nicht in den Molekülgrößen wider. Die üblichen Analysemethoden (GPC, SDS-PAGE) sind folglich nicht geeignet, die Unterschiede zu charakterisieren.

Mit Hilfe der angewendeten technischen Enzyme (Xylanase und Protease) war es bei Schroten, die zu schlechten Backergebnissen führen, möglich, die Zugänglichkeit der Stärke bzw. die Verfügbarkeit von Wasser deutlich zu verbessern. Die Eigenschaften von Mahlerzeugnissen, die ohnehin eine gute Backqualität ermöglichen, können jedoch nicht verbessert werden.

Die Bedeutung der Stärkeverkleisterung für die Roggenbrotqualität unterstreicht die Notwendigkeit, eine praxistaugliche rheologische Methode zu etablieren. Die neue Methode muss den realen Wasserhaushalt im Teig widerspiegeln und den

Einfluss von Säure und Kochsalz berücksichtigen. Dazu wurde ein Messkneteter adaptiert und eine Methode für Roggen auf Basis Schrot (Feinheitsgrad nach ICC 107) und Typenmehl entwickelt. Über den Drehmomentverlauf können unterschiedliche Roggenqualitäten, der Einfluss von Säure und Kochsalz und von zugesetzten technischen Enzymen differenziert abgebildet werden. Die direkte Bestimmung der Alphaamylase-Aktivität nach CERALPHA (ICC 303) und PHADEBAS (Merck-Chemie) zeigte eine grundsätzliche Abhängigkeit zu den Clustern des Screenings, aber keine unmittelbar verwertbaren Beziehungen zu den rheologischen Daten und den Brotqualitäten.

Mit einem speziellen Schrot-Backversuch, der auf den Messknetertest abgestimmt ist, konnten Beziehungen zwischen den Knetkurven und der Brotqualität hergestellt werden. Diese Zusammenhänge bilden die Grundlage für die Definition von Drehmomentwerten, die eine gute Brotqualität erwarten lassen. Die Qualitätsverbesserung schlecht backfähiger Roggenmuster durch den Einsatz technischer Enzyme fand dahingehend ihren Niederschlag im Drehmomentverlauf, dass eine Annäherung an den Verlauf gut backfähiger Roggenmuster festzustellen war. Aus den analytischen und strukturellen Untersuchungen sowie aus den Ergebnissen der Drehmomentmessungen unter teigrealen Bedingungen resultierten Vorschläge für ein neues Design für die Ermittlung der Verarbeitungsqualität von Roggen. Mit den hieraus zu ziehenden Schlussfolgerungen können neue Kriterien für die Definition von Brotroggen aufgestellt werden.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Roggen wird vornehmlich auf nährstoffärmeren Böden angebaut und häufig in einer sehr engen Fruchtfolge. Damit besteht für die Landwirtschaft in diesen benachteiligten Regionen durch den Roggenanbau und dessen Verwertungsmöglichkeit ein wichtiger Einkommensfaktor.

Mit Roggen wird beim Verbraucher in der Regel Brot und gesunde Ernährung assoziiert; in Umfragen zählen roggenhaltige Brote (Vollkorn-, Schrot- und Mischbrote) bei 48 % der Bundesbürger zu den beliebtesten Sorten. Der derzeitige Anteil dieser Produktgruppe macht mit etwa 3,3 Mrd. € ein Fünftel des Gesamtjahresumsatzes der Backwarenbranche aus. Im Bundesdurchschnitt liegt der Brotpreis bei rund 2 € je kg. Obwohl Roggenbrote

in Umfragen zu den beliebtesten Brotsorten zählen, ist in Deutschland der absolute Anteil der Roggen-Vermahlung seit Jahren konstant bzw. sogar leicht rückläufig. Der derzeitige Bedarf beläuft sich auf rund 900.000 t jährlich. Dieser Umstand verdeutlicht, dass eine Verbesserung der Roggenqualität erforderlich ist, um perspektivisch höhere Umsatzzahlen mit Roggenbackwaren generieren zu können.

Während bei länger haltbaren Broten Qualitätsmängel unmittelbar augenscheinlich sind, führen diese im Handwerk und bei kleineren Filialisten selten zu Reklamationen. Der Kunde entscheidet sich hier eher für einen Wechsel der Verkaufsstelle. Trotzdem ist der Umsatz und damit der wirtschaftlicher Erfolg auch im Bäckereigewerbe vor allem qualitätsabhängig. Ein tendenzieller Rückgang des Roggenverbrauchs in der Ernährung, der vor allem mit der Abnahme des Roggenanteils in Mischbrotten verbunden ist, sollte in Anbetracht der ernährungsphysiologischen Bedeutung von Roggen Anlass sein, die Probleme, die gegenwärtig mit der Verarbeitung von Roggen verbunden sind, zu beheben.

Durch die Aufklärung der stofflich-funktionellen Strukturzusammenhänge werden der Mühlen- und Backwarenindustrie eine neue und fundierte Basis zur Bewertung von Roggenmahlerzeugnisse gegeben und die derzeitigen Unsicherheiten bei der Rohstoffbeschreibung minimiert. Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens werden der gesamten Getreidewertschöpfungskette (Getreidezucht, Getreidehandel, Zulieferindustrie, Backwarenhersteller) zugutekommen. In der Backbranche gibt es ca. 14.500 handwerkliche Bäckereien, einschließlich Bäckereien mit wenigen, regional konzentrierten Filialen, etwa 60 mittelgroße Bäckereien und Lieferbäckereien mit z.T. ausgeprägtem Filialnetz sowie 4 große Betriebe. Insgesamt sind in der Backbranche ca. 300.000 Beschäftigte tätig; der Jahresumsatz ist mit rund 17 Mrd. € zu beziffern.

Für die konventionelle Backwarenindustrie ist es durch die Anwendung technischer Enzyme möglich, Qualitätsprobleme infolge Trockenbacken und Rissbildung erheblich zu vermindern. Für Roggenpartien ohne Qualitätsprobleme ist diese Maßnahme nicht erforderlich. Entsprechend ist mit einem Rückgang der Retouren und Reklamationen zu rechnen.

Für Bioproduzenten ergibt sich die Möglichkeit, potentiell ungeeignete Partien an Roggenmahlproduk-

ten von vornherein nicht zu verarbeiten. Dazu kann der Grenzwert des β -Glucangehalts und die Bestimmung der Fallzahl bei abgesenktem pH-Wert angewendet werden.

In der Mühlenindustrie kann die Beurteilung der Chargen der Mahlprodukte mit Hilfe des im Rahmen des Projektes entwickelten Messkneterverfahrens vorgenommen werden. Die Kurvenverläufe sind ein gutes Indiz für die resultierende Backqualität. Nach einer mehrjährigen Validierung wird es möglich sein, die Daten in Produktspezifikationen einfließen zu lassen. Darüber hinaus können auch Empfehlungen erarbeitet werden, ob ein Enzym Einsatz sinnvoll ist. Zusätzlich ergeben sich Einsparpotentiale durch eine grundlegende technofunktionelle Verbesserung der getreideeigenen Eigenschaften und der daraus resultierenden Reduzierung der Menge eingesetzter Hydrokolloide. Durch eine höhere Nachfrage an Roggenmehlen können Mühlen, gerade auch regional agierende kleine und mittelständische Unternehmen, ihren Umsatz steigern und somit wirtschaftlich vom Forschungsvorhaben profitieren.

Es ist zu erwarten, dass die erzielten Forschungsergebnisse sofort bzw. sehr zeitnah von den Unternehmen umgesetzt werden können, da im Vorhaben von vornherein auf eine verfügbare Messtechnik und auf die Anwendung etablierter technischer Enzyme fokussiert wurde; die eingesetzten Verfahren der Backwarenherstellung bleiben praktisch unverändert. Für die Bestimmung des β -Glucangehalts stehen akkreditierte Labors mit zertifizierten Untersuchungsmethoden zur Verfügung. Die Bestimmung der Fallzahl bei abgesenktem pH-Wert ist mit der verfügbaren Messtechnik möglich. Der einzige Aufwand besteht darin, das Teigsäuerungsmittel in der erforderlichen Konzentration in Wasser zu lösen.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2014.
2. Kaiser, H., Voß, A., Bindrich, U. und Juadjur, A.: Untersuchungen zu den Ursachen des Trockenbackens bei Roggenbrot. Mixolab. Mühle & Mischf. 152 (17), 555-563 (2015).
3. Kaiser, H. und Voß, A.: Entwicklung eines einfachen Backversuchs auf Basis von Roggenschrot zur Bewertung der Backeigenschaften von Roggenpartien in Verbindung der Drehmomentbestimmung durch den

Mixolab. Mühle & Mischf. 152 (6), 174-178 (2015).

4. Kaiser, H. und Voß, A.: Brotroggen & Roggenbrot. Neue Wege zur Bewertung der Verarbeitungseigenschaften des Roggens. *Cer. Tech.* (1), 4-20 (2015).
5. Kaiser, H. und Voß, A.: Entwicklung einer rheologischen Methode zur Bewertung der Verarbeitungseigenschaften von Roggen und erste Ergebnisse. *DLR 110* (12), 564-572 (2014).
6. Kaiser, H., Voß, A. und Bindrich, U.: Bewertung der Verarbeitungseigenschaften von Roggen mit dem Mixolab. Mühle & Mischf. 151 (5), 141-148 (2014).
7. Kaiser, H. und Voß, A.: Veränderte Verarbeitungseigenschaften des Roggens. *Mühle & Mischf.* 151 (14), 441 (2014).
8. Kaiser, H., Voß, A. und Bindrich, U.: Untersuchung stofflicher Ursachen von Qualitätsmängeln bei klassischen Roggenbroten und Ableitung von Lösungsstrategien. *ILU-Annual-Report 2013*, 11-16 (2013).

Weiteres Informationsmaterial:

Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V. (DIL)
 Prof.-von-Klitzing-Str. 7, 49610 Quakenbrück
 Tel.: +49 5431 183-130
 Fax: +49 5431 183-200
 E-Mail: u.bindrich@dil-ev.de

Institut für Lebensmittel- und Umweltforschung e.V. (ILU)
 Arthur-Scheunert-Allee 40/41, 14558 Nuthetal
 Tel.: +49 33200 89-111
 Fax: +49 33200 89-220
 E-Mail: alexander.voss@ilu-ev.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)
 Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn
 Tel.: +49 228 3079699-0
 Fax: +49 228 9079699-9
 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.