

## Bedeutung von Inhaltsstoffen für die Qualität von glutenfreiem Brot (GLUeLESS)

### The role of different ingredients in quality determination of gluten free bread (GLUeLESS) (CORNET)

- Koordinierung:** Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
- Deutsche Forschungsstellen:**
- Hans-Dieter-Belitz-Institut für Mehl- und Eiweißforschung e.V. (hdbi), Freising (bis 29.02.2016)  
Prof. Dr. Dr. Peter Schieberle/Prof. Dr. Peter Köhler
  - Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V. (DIL), Quakenbrück  
Dr. Volker Heinz/Dr. Knut Franke
  - Leibniz-Institut für Lebensmittel-Systembiologie an der Technischen Universität München, Freising (ab 01.03.2016)  
Prof. Dr. Thomas Hofmann/Dr. Katharina Scherf
- Beteiligte Forschungsstelle:**
- KU Leuven, Laboratory of Food Chemistry and Biochemistry, Heverlee/Belgium
- Beteiligte Förderagenturen:**
- AiF - German Federation of Industrial Research Associations, Germany
  - IWT - Institute for the promotion of Innovation by Science and Technology, Flanders/Belgium
  - Flanders' Food, Brussels/Belgium
- Beteiligte Organisation:**
- Deutsche Industriegruppe:** Verein der Förderer des Hans-Dieter-Belitz-Institutes für Mehl- und Eiweißforschung e.V. (hdbi), Freising
- Projektkoordinator: Dr. Markus Brandt  
(deutsches Teilprojekt) Ernst Böcker GmbH & Co. KG, Minden
- Laufzeit:** 2015 - 2018
- Projektvolumen:** € 827.450,- (Gesamtprojekt)
- Zuwendungssumme:** € 490.590,- (deutsches Teilprojekt)  
(Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

#### Ausgangssituation:

Die Zöliakie ist eine der weltweit am häufigsten auftretenden Lebensmittelhypersensitivitäten, von der ca. 1 % der Bevölkerung betroffen ist. Die permanente Unverträglichkeit gegenüber Weizen-, Roggen- und Gerstenspeicherproteinen (Gluten) äußert sich durch eine Rückbildung der Darmzotten und in der Folge durch Resorptionsstörungen essentieller Nährstoffe. Betroffene sind demnach auf glutenfreie Produkte angewiesen. Ebenso müssen die an Nicht-Zöliakie-Gluten-/Weizensensitivität (NCGS) und Weizenallergie leidenden Personen auf glutenhaltige Lebensmittel verzichten. Darüber hinaus konsumiert auch eine steigende Zahl nicht betroffener Menschen glutenfreie Produkte. Der Grund für dieses

Verhalten ist ein veränderter Lebensstil zahlreicher Konsumenten, da der Verzehr glutenfreier Lebensmittel als gesund gilt und häufig mit einer Gewichtsreduktion in Verbindung gebracht wird.

Die Herstellung glutenfreier Backwaren und im speziellen glutenfreier Brote bietet zahlreiche Möglichkeiten. Rezepturen auf Basis glutenfreier Getreide (z.B. Reis, Mais, Hirse), Pseudocerealien (z.B. Buchweizen) und Mischungen aus glutenfreien Stärken und Proteinen (z.B. Eiklarpulver) sind möglich. Dennoch weisen glutenfreie Produkte im Vergleich zu glutenhaltigen Lebensmitteln, wie z.B. Weizenbrot, Mängel in der Qualität auf. Gerade die Textur und das Aroma weichen aufgrund der unterschiedli-

chen Inhaltsstoffe und funktionellen Eigenschaften der Rohstoffe von konventionellen Produkten ab.

Ziel des Forschungsvorhabens war es daher, die Qualität von glutenfreiem Brot zu verbessern. Der Fokus der Untersuchungen lag hierbei auf der Optimierung der Textur, des Nährwertes und des Aromas. Dabei sollte der Einfluss verschiedener Inhaltsstoffe von glutenfreien Mehlen wie auch verschiedener Zutaten und Zusatzstoffe auf die Textur- und Aromawahrnehmung ermittelt und das Herstellungsverfahren angepasst werden, um mit diesen Erkenntnissen die Textur und das Aroma zu optimieren.

### Forschungsergebnis:

Im Rahmen des Vorhabens wurden die glutenfreien Rezepturen für Reisbrot (basierend auf Reismehl) und Stärkebrot (basierend auf Cassava-, Kartoffelstärke und Eiklarpulver, im Verhältnis 6,75/2,25/1) als Standardrezepturen festgelegt. Die Untersuchung des Aromas erfolgte zudem stets im direkten Vergleich zu Weizenbrot. Die im sensorischen Paneltest erstellten Aromaprofile verdeutlichten die Unterschiede zwischen den Krumen und Krusten der verschiedenen Brotsorten. Die typischen Eigenschaften von Weizenbrot (malzig, hefig und röstig/popcornartig) waren in den glutenfreien Rezepturen weniger ausgeprägt. Das Reisbrot erinnerte stark an Reis, das Stärkebrot hingegen besaß eine an Ei erinnernde, schwefelige Note.

Durch einen Sensomic-Ansatz wurden Unterschiede in der Aromastoffzusammensetzung zwischen den glutenfreien Broten und Weizenbrot herausgearbeitet. Das Reisbrot grenzte sich vor allem durch seinen charakteristischen Aromastoff 2-Aminoacetophenon von Weizenbrot ab. Zudem waren die Intensitäten der während des Backprozesses gebildeten Krustenaromastoffe p-Vinylguaiacol und Maltol in der Reisbrotkruste deutlich geringer als in der Weizenbrotkruste. Das Stärkebrot unterschied sich von Weizenbrot hauptsächlich durch den geringeren Einfluss von Lipidabbauprodukten (u.a. (E,E)-2,4-Decadienal) und Vanillin. Dieser ist auf den Ersatz eines Getreidemehles durch das Stärke-Proteingemisch zurückzuführen, welchem es u.a. an der für das Aroma relevanten Lipidfraktion und anderen Aromastoffen fehlt. Darüber hinaus war der Krustenaromastoff Maltol im Stärkebrot weniger relevant als im Weizenbrot.

Zur Verfolgung des Freisetzungsverhaltens von Aromastoffen aus der Brotmatrix wurde eine Methode zur Kaumodell-Protonentransferreaktions-Massenspektrometrie (PTR-MS) entwickelt. Hierfür wurden die Massenspuren  $m/z$  71 (3-Methyl-1-butanol),  $m/z$  89 (Methylpropansäure, Buttersäure),  $m/z$  103

(2- & 3-Methylbuttersäure),  $m/z$  105 (2-Phenylethanol) und  $m/z$  139 ( $\gamma$ -Nonalacton) ausgewählt, deren Freisetzung aus dem Brot bei statischer Messung, bei Einfluss der Kaubewegung sowie unter Kaubewegung bei Speichelzusatz betrachtet wurde. Die Untersuchungen ergaben einen Anstieg der Freisetzung durch die Kaubewegung aufgrund der Oberflächenvergrößerung der Probe und ein Absinken nach der Speichelzugabe in Abhängigkeit der Polarität der Aromastoffe. Intensitätsunterschiede zwischen den Proben wurden auf die Konzentrationsunterschiede zurückgeführt, wobei die Freisetzung aus der Stärkebrotkrume meist am schwächsten war. Eine Lagerung über 24 h ergab tendenziell eine Abnahme der Aromastofffreisetzung, vor allem bei der Reis- und Weizenbrotkrume. Allerdings nahm die Freisetzung aus der Stärkebrotkrume nach der Lagerung zu, was mit der Stabilisierung der nach dem Backen zunächst sehr klebrigen Krumenstruktur in Verbindung stehen könnte.

Der Einfluss von Haferöl mit angereichertem polarem Lipidgehalt auf die Qualität der glutenfreien Brotrezepturen für Reis- und Stärkebrot wurde mittels Backversuchen, Volumen- und Texturmessungen sowie Sensoriktests ermittelt. Das Haferöl bewirkte im Reisbrot einen Anstieg des Volumens und eine weichere Krume, jedoch kaum eine Veränderung der sensorischen Eigenschaften. Hingegen sank das Volumen des Stärkebrots bei Haferölszusatz einhergehend mit einer Stabilisierung der sonst klebrigen, plastischen Brotkrume und einer Verbesserung der sensorischen Eigenschaften durch Abschwächung des Eigeruchs. Darüber hinaus wurde eine verlangsamte Krumenhärtung während der Lagerung beider Brotsorten bei Haferölszusatz beobachtet.

Für die Funktionalisierung von Proteinen als Ingredients für die Rezepturen der glutenfreien Brote wurden pflanzliche Proteinen auf Basis von Soja und Erbse mittels High-Moisture-Extrusion (HME) bei Temperaturen von bis zu 150 °C texturiert. Dabei wird die Struktur der Proteine verändert und es werden neue intermolekulare Wechselwirkungen aufgebaut. Dazu wurde zunächst Sojaproteinisolat bei unterschiedlichen Bedingungen mittels HME behandelt und diese Texturate anschließend charakterisiert. Das erfolgte in ähnlicher Weise auch für ein Erbsenprotein. Beim Einsatz des texturierten Sojaproteins in den Rezepturen für die glutenfreien Brote beim Projektpartner KU Leuven wurden Brote mit größerem Volumen und geringerer Festigkeit im Vergleich zum Einsatz von unbehandeltem Soja erhalten. Neben den Proteinen wurde auch Reisstärke mittels isostatischem Hochdruck und/oder Walzentrocknung in einer wässrigen Suspension (Verkleisterung der Stärke) vorbehandelt. Allerdings war der

Einfluss dieser Art der Behandlung auf die Qualität der Brote eher gering.

Zudem wurde untersucht, durch welche Parameter sich der Herstellungsprozess für die Teige der glutenfreien Brote geräteunabhängig beschreiben lässt, so dass diese auch für ein Upscaling in den großtechnischen Maßstab einsetzbar sind. Dazu wurde das Konzept des repräsentativen Schergefälles für die Mixer implementiert. Mit den berechneten Kennzahlen können die Knet- und Mischprozesse bei der kleintechnischen Herstellung direkt in den industriellen Maßstab übertragen werden.

#### Wirtschaftliche Bedeutung:

Eine glutenfreie Ernährung spielt auf dem internationalen Markt eine immer größer werdende Rolle. In den USA und Australien boomen glutenfreie Produkte und auch in Europa weitet sich der Markt immer weiter aus. Die Ergebnisse des Vorhabens und die erstmalige systematische Bewertung des Einflusses verschiedener Inhaltsstoffe auf die Qualität glutenfreier Brote werden es insbesondere kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU), erlauben, neue Rezepturen und neue Prozesse zur Herstellung glutenfreier Brote schneller zu entwickeln. Für die Hersteller von Produktionsanlagen ergibt sich zudem die Möglichkeit, spezielle Mixersysteme für den wachsenden glutenfreien Markt zu konzipieren. Bislang erfolgte die Weiterentwicklung glutenfreier Produkte überwiegend nach dem „Trial-and-error“-Prinzip, das nun anhand der Projektergebnisse durch einen zielgerichteten, wissenschaftlichen Einsatz alternativer Rohstoffe abgelöst werden kann. KMU können so schnell auf Qualitätsschwankungen der Rohstoffe und die zunehmend anspruchsvolleren Verbrauchererwartungen reagieren. Somit lassen sich zukünftig glutenfreie Brote mit verbesserten textuellen Eigenschaften, einem angenehmeren Mundgefühl, einer ansprechenderen Bräunung und zugleich einer verbesserten Frischhaltung herstellen. Zudem wird der ernährungsphysiologische Wert der Produkte durch den Einsatz innovativer Rohstoffe und Produktionsverfahren verbessert, um Mangelerscheinungen vorzubeugen und eine dem Bedarf angemessene Nährstoffversorgung zu gewährleisten.

#### Publikation (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2018.
2. Boeswetter, A. R., Scherf, K. A., Schieberle, P. & Koehler, P.: Identification of the Key Aroma Compounds in Gluten-Free Rice Bread. *J. Agric. Food Chem.* 67 (10), 2963-2972, DOI: 10.1021/acs.jafc.9b00074 (2019).
3. Rohleder, A. R., Scherf, K. A., Schieberle, P. & Koehler, P.: Quantitative Analyses of Key Odo-

rants and Their Precursors Reveal Differences in the Aroma of Gluten-Free Rice Bread and Wheat Bread. *J. Agric. Food Chem.* 67 (40), 11179-11186, DOI: 10.1021/acs.jafc.9b04800 (2019).

4. Franke, K.: Näher am Original – Cornet-Projekt GLUeLESS will Textur und Aroma von glutenfreien Backwaren verbessern. *Lebensmitteltechn.* 1/2, 38-39 (2018).
5. Franke, K.: GLUeLESS - Die Rolle verschiedener Inhaltsstoffe in der Qualitätsbestimmung von glutenfreiem Brot. *Jahresber. DIL* 2017/18, 96-97 (2018).
6. Mihiu, C. et al: Gluten-Free Bread, Only Better. *Eur. Bak. & Bisc.* 4, 8-9 (2018).
7. Böswetter, A. & Köhler, P.: Studien zur Charakterisierung des Aromas von Reis- und Stärkebasierten glutenfreien Backwaren. *Jahresber. Dt. Forschungsanst. Lebensmittelchem.*, ISBN 978-3-00-056386-7, 122-125 (2018).
8. Böswetter, A., Scherf, K., Schieberle, P. & Köhler, P.: Studien zur Aromastofffreisetzung aus glutenfreien Broten im Vergleich zu Weizenbrot. *Leibniz-LSB@TUM*, ISBN 978-3-00-058295-0, 40-42 (2017).
9. Franke, K.: GLUeLESS - Die Rolle verschiedener Inhaltsstoffe in der Qualitätsbestimmung von glutenfreiem Brot. *Jahresber. DIL* 2016/17, 94-99 (2017).

#### Weiteres Informationsmaterial:

Leibniz-Institut für Lebensmittel-Systembiologie an der Technischen Universität München  
Lise-Meitner-Straße 34, 85354 Freising  
Tel.: +49 8161 71-2927  
Fax: +49 8161 71-2970  
E-Mail: k.scherf.leibniz-lsb@tum.de

Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V. (DIL)  
Prof.-von-Klitzing-Str. 7, 49610 Quakenbrück  
Tel.: +49 5431 183-144  
Fax: +49 5431 183-450  
E-Mail: k.franke@dil-ev.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

EU-Büro des FEI  
47-51, Rue du Luxembourg, B-1050 Brüssel  
Tel.: +32 2 2820840  
Fax: +32 2 2820841  
E-Mail: gfpi-fei@bdp-online.de

Das vorliegende CORNET-Projekt („Collective Research Network“) ist ein transnationales Gemeinschaftsforschungsvorgaben, an dem unter Koordination des FEI 2 europäische Länder beteiligt sind. Die hinter CORNET stehende Idee ist, nationale Fördermittel und Forschungsinstitutionen in einem transnationalen Projekt zu bündeln und damit Synergieeffekte über Ländergrenzen hinweg zu schaffen. Das deutsche CORNET-Teilprojekt wird im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (via AiF) über den Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI) gefördert.

... 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.