

Struktur-Funktionalitäts-Beziehungen bei Vitalkleber

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstellen:	Leibniz-Institut für Lebensmittel-Systembiologie an der Technischen Universität München, Freising Prof. Dr. Veronika Somoza/Prof. Dr. Katharina Scherf Technische Universität München TUM School of Life Sciences Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie, Freising Prof. Dr. Thomas Becker/PD Dr. Mario Jekle
Industriegruppen:	Verband der Getreide-, Mühlen- und Stärkewirtschaft e. V. (VGMS), Bonn Verband Deutscher Großbäckereien e. V., Düsseldorf Weihenstephaner Institut für Getreideforschung e. V. (WIG), Freising Verein der Förderer des Hans-Dieter-Belitz-Institutes für Mehl- und Eiweiß- forschung e.V., Freising Verein zur Förderung des Technologietransfers an der Hochschule Bremer- haven e.V., Bremerhaven Projektkoordinator: Dr. Thomas Kunte IREKS GmbH, Kulmbach
Laufzeit:	2017 – 2020
Zuwendungssumme:	€ 498.490,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Forschungsziel:

Bei der industriellen Gewinnung von Weizenstärke fällt als wichtigstes Kuppelprodukt Gluten an, welches nach Trocknung und Pulverisierung unter der Bezeichnung Vitalkleber gehandelt wird. In Europa sind im Jahr 2019 etwa 800.000 t Vitalkleber angefallen. Die Verwendung unterschiedlicher Weizensorten und –qualitäten für die Stärkeproduktion bedingt jedoch schwankende Zusammensetzungen, Qualitäten und damit Funktionalitäten des Vitalklebers. Dies erschwert den funktionsorientierten Einsatz von Vitalkleber in der Lebensmittelindustrie. Die bedeutendste Verwendung von Vitalkleber ist der Einsatz in Backwaren, wodurch das Proteinnetzwerk gestärkt wird und die Verarbeitungseigenschaften und Endproduktqualitäten verbessert werden. Da durch die Novellierung der Düngeverordnung zur Begrenzung von Nährstoffüberschüssen zukünftig geringere Proteingehalte in Getreide zu erwarten sind, wird der Einsatz von Vitalkleber in Backwaren mit gezielter Funktionalität künftig an Bedeutung gewinnen, um die bisherige Qualität weizenbasierter Produkte kompensierend zu erhalten. Im Vergleich zu Proteinen tierischen

Ursprungs gewinnen pflanzliche Proteine wie Vitalkleber aufgrund besserer Wasser- bzw. Nährstoffbilanzen und zunehmender Beliebtheit einer vegetarischen und veganen Ernährung in Deutschland auch als Substitute von Fleisch oder Fisch an Bedeutung. Dabei spielt Vitalkleber als Proteingel mit seinem guten Quervernetzungspotential bereits eine bedeutende Rolle. Aufgrund der wachsenden Bedeutung von Vitalkleber in der Lebensmittelindustrie nehmen seine funktionellen Eigenschaften eine zunehmend zentralere Rolle ein. Deren Vorhersage ist bisher jedoch nicht möglich, da nicht bekannt ist, wie sie mit der Zusammensetzung, der Struktur und den chemischphysikalischen Eigenschaften korreliert sind. Das Potential der spezifischen Verwendungsmöglichkeiten von Vitalklebern aus verschiedenen Rohstoffquellen kann jedoch nur durch die Aufklärung dieser Zusammenhänge vollständig genutzt werden. Ziel des Forschungsvorhabens ist die Aufklärung der Beziehungen zwischen der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung und Struktur der Haupt- und Minorkomponenten und der Funktionalität von Vitalkleber hinsichtlich seiner Eignung als Backzutat und als

Fleischsubstitut (Modellsystem). Das Ziel basiert auf der Hypothese, dass die Zusammensetzung und Struktur der Haupt- und Minorkomponenten dessen Funktionalität bestimmt. Des Weiteren soll eine schnelle und einfach durchführbare Methode entwickelt werden, die je nach Einsatzgebiet die zu erwartende Funktionalität von Vitalkleber möglichst genau vorherzusagen kann. Diese Erkenntnisse sollen einen zielgerichteten Einsatz von Vitalkleber anhand von Qualitätsklassen in Lebensmittelsystemen ermöglichen; dieser erfolgte bislang zumeist nur empirisch.

Forschungsergebnis:

Das Forschungsvorhaben umfasste die grundlegende Analyse von 46 Vitalkleberproben. Die chemisch-analytische Charakterisierung der Vitalkleber zeigte, dass der Rohprotein-, der Asche- und der Feuchtigkeitsgehalt im Einklang mit der Definition von Vitalkleber im Codex Standard 167-1987 waren. Bei der qualitativen und quantitativen Proteinverteilung zeigten sich hohe Übereinstimmungen zwischen den Vitalklebern. Insbesondere Vitalkleber eines Herstellers waren sehr ähnlich. Die strukturelle Ähnlichkeit der Vitalkleber konnte mittels Nahinfrarot (NIR)- und CD Spektroskopie bestätigt werden. Die intensivere Untersuchung von zehn ausgewählten Vitalklebern wies auf signifikante Unterschiede in der Anzahl an freien Thiolen und Disulfidbrücken hin. Bei der Untersuchung der Lipidklassen resultierten hingegen kaum signifikante Unterschiede zwischen den Vitalklebern. Der Einfluss von Additiven (2-Propanol und Lipasen) war abhängig vom untersuchten Vitalkleber.

Die funktionelle Charakterisierung ermöglichte eine Einteilung der Vitalkleber in drei Qualitätsklassen. Die Einteilung erfolgte ausschließlich anhand einer hierarchischen Clusteranalyse des spezifischen Volumens, welches durch zwei verschiedene Mikrobackversuche ermittelt wurde. Die drei Qualitätsklassen erhielten die Prädikate „gut“, „mittel“ und „schlecht“.

Der Glutenaggregationstest, der Mikrozugversuch und das Gliadin-zu-Glutenin-Verhältnis wurden als Alternativmethoden zur Vorhersage der Funktionalität der Vitalkleber getestet. Mithilfe der Parameter des Glutenaggregationstests und des Mikrozugversuchs wurde ein erster Entwurf eines Scoring-Systems entwickelt. Die Basis des Scoring-Systems stellte die Einteilung der Vitalkleber in die Qualitätsklassen anhand der beiden Mikrobackversuche dar. Der Glutenaggregationstest besaß eine Vorhersagewahrscheinlichkeit von 63%. Bei der Anwendung des Mikrozugversuchs ergab sich eine korrekte Zuordnung von 52,2%. Kombinierte man beide Methoden konnte die Vorhersagewahrscheinlichkeit auf 65,2% gesteigert werden.

Während des Forschungsvorhabens kam die Frage auf, ob das spezifische Volumen durch die zugegebene Wassermenge beeinflusst werden kann. Anhand zweier Modellsysteme (basierend auf einer

Backmischung und auf einem schwachen Weizenmehl) zeigte sich bei einer individuellen Wassermenge ein Optimum im spezifischen Volumen für jeden der zehn untersuchten Vitalkleber. Vergleich man die Optima ergab sich ein kleiner Variationskoeffizient von 0,10. Die Annahme, dass das spezifische Volumen von der zugegebenen Wassermenge abhängt wurde bestätigt. Zusätzlich wurde festgestellt, dass kein Vitalkleber ein schlechtes spezifisches Volumen erzeugt, solange der Wassergehalt angepasst wurde.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Vitalkleber ist ein hochwertiges Produkt, das zu einem Preis von ca. 1.400 €/t gehandelt wird. Eine zielgerichtete Verwendbarkeit bestimmter Vitalkleber würde höhere Preise für diese Produkte rechtfertigen, da diese künftig für spezifische Anwendungen ausgewählt werden könnten. Davon profitieren zum einen Hersteller von Stärke, die Vitalkleber durch eine einfache Charakterisierung in Qualitätsklassen anbieten könnten und zum anderen die Anwender, wie z. B. Hersteller glutenbasierter Fleischsubstitute, die durch einfachere Prozessführungen profitieren würden. In der Produktentwicklung könnten Zeit und Kostenaufwand reduziert werden. Backzutatenherstellern ermöglicht das Wissen um eine zielgerichtete Funktionalisierung verschiedener Vitalkleber eine bessere Zusammenstellung von Backmischungen und eine weitere Standardisierung der Produkte. Bäcker als Endanwender könnten trotz geringerer Proteingehalte von Weizenmehlen (Novellierung der Düngeverordnung) den Qualitätsstandard ihrer Produkte durch Zugabe von Vitalklebern mit definierten Eigenschaften halten und durch eine zielgerichtete Mehlaufbesserung optimieren

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2021
2. Schopf M., Scherf, K.A. (2020) Predicting vital wheat gluten quality using the gluten aggregation test and the microscale extension test. Current research in food science, DOI: 10.1016/j.crf.2020.11.004
3. Schopf M., Scherf, K.A. (2021) Water absorption capacity determines the functionality of vital gluten related to specific bread volume. Foods, DOI: 10.3390/foods10020228
4. Schopf M., Wehrli, C., Becker, T., Jekle, M., Scherf, K.A. (2021) Fundamental characterization of wheat gluten. Food Research and Technology, DOI: 10.1007/s00217-020-03680-z
5. Wehrli M, Kratky T., Schopf M., Scherf, K.A., Becker, T., Jekle M. (2021) Thermally induced gluten modification observed with rheology and spectroscopies, International Journal of Biological Macromolecules, DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2021.01.008

6. Vortrag auf der D-A-CH-Tagung für angewandte Getreidewissenschaften, Detmold: Schopf M.: Struktur-Funktionalitäts-Beziehungen bei Vitalkleber, 2020
7. Vortrag auf der D-A-CH-Tagung für angewandte Getreidewissenschaften, Detmold: Wehrli M.: Proteindenaturierung von Vitalkleber unter thermischer Belastung, 2020
8. Vortrag auf der Weihenstephaner Frühjahrstagung 2018 und 2019
9. Iba connecting experts: Wehrli M.: Proteindenaturierung von Vitalkleber unter thermischer Belastung; Protein denaturation of vital gluten under thermal Stress, 2021

Weiteres Informationsmaterial:

Leibniz-Institut für Lebensmittel-Systembiologie
an der Technischen Universität München
Lise-Meitner-Straße 34, 85354 Freising
Tel.: +49 721 608 42929
Fax: +49 721 608 47255
E-Mail: katharina.scherf@kit.edu

Technische Universität München
TUM School of Life Sciences
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; mjkle@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

Correlation between structure and functionality of vital gluten

Coordination:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Research institutions:	Leibniz-Institut for Food Systems biology at Technical University of Munich, Freising Prof. Dr. Veronika Somoza / Prof. Dr. Katharina Scherf Technische Universität München TUM School of Life Sciences Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie, Freising Prof. Dr. Thomas Becker/PD Dr. Mario Jekle
Industrial associations:	Verband der Getreide-, Mühlen- und Stärkewirtschaft e. V. (VGMS), Bonn Verband Deutscher Großbäckereien e. V., Düsseldorf Weihenstephaner Institut für Getreideforschung e. V. (WIG), Freising Verein der Förderer des Hans-Dieter-Belitz-Institutes für Mehl- und Eiweißforschung e.V., Freising Verein zur Förderung des Technologietransfers an der Hochschule Bremerhaven e.V., Bremerhaven Project coordinator: Dr. Thomas Kunte IREKS GmbH, Kulmbach
Duration of project:	2017 - 2020
Project volume:	€ 498.490,-- (Supported by BMWi via AiF/FEI)

Initial Situation:

The most important by-product of the industrial production of wheat starch is gluten, which, after drying and pulverization, is traded under the name 'vital gluten'. In 2019, about 800,000 tons of vital gluten were produced in Europe. However, the use of different wheat varieties and qualities for starch production results in varying compositions, qualities and thus functionalities of the vital gluten. This complicates the function-oriented use of vital gluten in the food industry. The most important use of vital gluten is in bakery products, which strengthens the protein network and improves processing properties and end product qualities. As lower protein contents in cereals are expected in the future due to the fertilizer amendment of the German Bundestag, the use of vital gluten in baked goods with targeted functionality will gain in importance in the future to compensate for the previous quality of wheat-based products. Compared to proteins of animal origin, vegetable proteins such as vital gluten are also gaining importance as substitutes for meat or fish due to better water and nutrient balances and the

increasing popularity of vegetarian and vegan diets in Germany. In this context, vital gluten already plays an important role as a protein gel with its good cross-linking potential. Due to the growing importance of vital gluten in the food industry, its functional properties are playing an increasingly central role. However, their prediction is not yet possible, since it is not known how they are correlated with composition, structure and chemical-physical properties. The potential of specific uses of vital gluten from different raw material sources can, however, only be fully exploited by elucidating these correlations. The aim of the research project is to elucidate the relationships between the qualitative and quantitative composition and structure of the main and minor components and the functionality of vital gluten with regard to its suitability as a baking ingredient and as a meat substitute (model system). The aim is based on the hypothesis that the composition and structure of the main and minor components determines its functionality. Furthermore, a fast and simple method shall be developed, which can predict the expected functionality of vital gluten as accurately as

possible, depending on the field of application. These findings should enable the targeted use of vital gluten on the basis of quality classes in food systems; this has so far mostly been done only empirically.

Research Results:

The research project included the fundamental analysis of 46 vital gluten samples. The chemical-analytical characterization of the vital gluten samples showed that the contents of crude protein, ash and moisture were in accordance with the definition of vital gluten in Codex Standard 167-1987. The qualitative and quantitative protein distribution showed high agreement among the vital gluten samples. In particular, vital gluten samples from one manufacturer were very similar. The structural similarity of the vital gluten samples could be confirmed by near infrared (NIR) and CD spectroscopy. A deeper investigation of ten selected vital gluten samples indicated significant differences in the number of free thiols and disulfide bonds. The investigation of the lipid classes, however, showed hardly any significant differences between the vital gluten samples. The influence of additives (2-propanol and lipases) was dependent on the vital gluten sample itself.

The functional characterization allowed a classification of the vital gluten samples into three quality classes. The classification was based exclusively on a hierarchical cluster analysis of the specific volume, which was determined by two different small scale baking tests. The three quality classes were rated "good", "medium" and "poor". The gluten aggregation test, the microscale extension test and the gliadin-to-glutenin ratio were tested as alternative methods for predicting the functionality of the vital gluten samples. Using the parameters of the gluten aggregation test and the microscale extension test, a first draft of a scoring system was developed. The basis of the scoring system was the classification of the vital gluten samples into quality classes on the basis of the two small scale baking tests. The gluten aggregation test had a prediction probability of 63%. The application of the microscale extension test resulted in a correct classification of 52.2%. When both methods were combined, the prediction probability was increased to 65.2%.

During the research project, the question arose whether the specific volume can be influenced by the amount of water added. Using two model systems (based on a baking mix and on a weak wheat flour), an optimum in specific volume was found for each of the ten vital gluten samples investigated with an individual amount of water. Comparing the optima, a small coefficient of variation of 0.10 was obtained, confirming the assumption that the specific volume depends on the amount of water added. In addition, it was found that

no vital gluten produced a poor specific volume as long as the water content was adjusted.

Economic Value:

Vital gluten is a high-value product that is traded at a price of approx. 1,400 €/t. A targeted usability of certain vital gluten would justify higher prices for these products, as they could be selected for specific applications in the future. On the one hand, this would benefit starch manufacturers, who could offer vital glutes through simple characterization in quality classes, and on the other hand, users, such as manufacturers of gluten-based meat substitutes, who would benefit from simpler process controls. Time and costs could be reduced in product development. For bakery ingredient manufacturers, knowledge of the targeted functionalization of various vital gluten would enable better composition of baking mixtures and further standardization of products. Despite the lower protein content of wheat flours (fertilizer amendment), bakers as end users could maintain the quality standard of their products by adding vital gluten with defined properties and optimize them through targeted flour improvement.

Publications (Selection):

1. FEI-final report 2021
2. Schopf M., Scherf, K.A. (2020) Predicting vital wheat gluten quality using the glutn aggregation test and the microscale extension test. *Current research in food science*, DOI: 10.1016/j.crfs.2020.11.004
3. Schopf M., Scherf, K.A. (2021) Water absorption capacity determines the functionality of vital gluten related to specific bread volume. *Foods*, DOI: 10.3390/foods10020228
4. Schopf M., Wehrli, C., Becker, T., Jekle, M., Scherf, K.A. (2021) Fundamental characterization of wheat gluten. *Food Research and Technology*, DOI: 10.1007/s00217-020-03680-z
5. Wehrli M, Kratky T., Schopf M., Scherf, K.A., Becker, T., Jekle M. (2021) Thermally induced gluten modification observed with rheology and spectroscopies, *International Journal of Biological Macromolecules*, DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2021.01.008
6. Vortrag auf der 4. D-A-CH-Tagung für angewandte Getreidewissenschaften, Detmold: Schopf M.: Struktur-Funktionalitäts-Beziehungen bei Vitalkleber, 2020
7. Vortrag auf der D-A-CH-Tagung für angewandte Getreidewissenschaften, Detmold: Wehrli M.: Proteindenaturierung von Vitalkleber unter thermischer Belastung, 2020
8. Vortrag auf der Weihenstephaner Frühjahrstagung 2018 and 2019
9. Iba connecting experts: Wehrli M.: Proteindenaturierung von Vitalkleer unter thermischer Belastung; Protein denaturation of

vital gluten under thermal Stress, 2021

Further Information:

Leibniz-Institute for Food Systems Biology at
Technical University of Munich
Lise-Meitner-Straße 34, 85354 Freising
Tel.: +49 721 608 42929
Fax: +49 721 608 47255
E-Mail: katharina.scherf@kit.edu

Technische Universität München
TUM School of Life Sciences
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; mjekle@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