

8. D-A-CH Tagung **für angewandte Getreidewissenschaften**

06. – 07. Oktober 2022
in Uzwil (CH)

Bühler AG (CUBIC)
Gupfenstrasse 5, Haupteingang Hochhaus A,
9240 Uzwil / Schweiz

in Zusammenarbeit von



Internationale Gesellschaft für
Getreidewissenschaft und -technologie -
Austria



Programm

Rahmenprogramm

Teilnehmerverzeichnis

Zusammenfassungen

Donnerstag, 06. Oktober 2022

09⁰⁰ Uhr **Registrierung & Welcome-Coffee**
Bühler AG (CUBIC)
Gupfenstrasse 5, Haupteingang Hochhaus A, 9240 Uzwil / Schweiz

10⁰⁰ Uhr **Eröffnung** durch
ICC-Schweiz Herrn **Dr. Mathias Kinner**, Bühler AG Herrn **Marcel Scherrer** -
Geschäftsbereichsleiter Weizen- & Roggenmüllerei, ICC-Austria Herrn **Alfred Mar**,
AGF e.V. Herrn **Dr. Georg Böcker**

1. Inhaltsstoffe

10³⁰ Uhr 1.1. **Rebecca Knechtl**, Wien, **A**
Polyphenole in Sorghum Sorten aus Österreich

11⁰⁰ Uhr 1.2. **Marcus Schmidt**, Detmold, **D**
Verbesserte Lebensmittelsicherheit in Sub-Sahara Afrika durch Verwendung von
Amaranth und Fingerhirse zur Brotherstellung

11³⁰ Uhr 1.3. **Marcus Schmidt**, Detmold, **D**
Bedeutung der molekularen Eigenschaften von β -Glukanen für die Eignung als
gesundheitsfördernder Lebensmittelinhaltsstoff

12⁰⁰ Uhr Mittagspause + Firmenbesichtigung Bühler AG

2. Getreideproteine

14³⁰ Uhr 2.1. **Caroline Heiden** Tulln, **A**
Evaluierung der Backeigenschaften von Populationsweizen

15⁰⁰ Uhr 2.2. **Georg Langenkämper**, Detmold, **D**
Entwicklung der Backqualitätsparameter von Weizen bei sehr hoher N-Düngung

15³⁰ Uhr Kommunikationspause

16⁰⁰ Uhr 2.3. **Alfred Mar**, Wien, **A**
Weizen Proteingehalt und -qualität - Welcher Bedarf besteht für die Zukunft?

16³⁰ Uhr 2.3. **Silvan Strebel**, Nyon, **CH**
Einfluss der Anbaumethoden auf den Eiweißgehalt von Brotweizensorten

3. Getreideverarbeitung

17⁰⁰ Uhr 3.1. **Denisse Bender**, Wien, **A**
Neue Erkenntnisse beim Ohm'schen Erhitzen von glutenfreiem Brot

17³⁰ Uhr 3.2. **Lutz Popper**, Ahrensburg, **D**
Flachwaffeln aus alternativen Getreiden: Ohne Weizen, mit Enzymen.

18⁰⁰ Uhr 3.3. **Peter Köhler**, Esslingen, **D**
Untersuchungen zur Bildung von Chlormequat und Mepiquat bei der Herstellung
von Bio-Brotten und beim Rösten von Bio-Weizen

-Fortsetzung auf der vorletzten Seite-

Veranstalter

Die 8. D-A-CH Tagung für angewandte Getreidewissenschaften wird organisiert in Zusammenarbeit von der

- Internationalen Gesellschaft für Getreidewissenschaft und –Technologie – Austria
- Internationalen Gesellschaft für Getreidewissenschaft und –Technologie – Schweiz
- Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e.V., Deutschland

Programmverantwortliche

Mathias Kinner,
ICC Schweiz,
kinr@zhaw.ch

Alfred Mar,
ICC Österreich,
alfred.mar@icc.or.at

Tobias Schuhmacher,
Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung,
t.schuhmacher@agf-detmold.de

Datenschutz

Der/die Teilnehmer/in erklärt sich bei Anmeldung mit der Speicherung seiner/ihrer personenbezogenen Daten für Zwecke der Seminar- bzw. Lehrgangs- und Prüfungsabwicklung einverstanden.

Der Veranstalter wird möglicherweise Fotos von der Veranstaltung veröffentlichen, bitte weisen Sie die Fotografen im Einzelfall darauf hin, wenn Sie damit nicht einverstanden sind.

Ihre Meinung zählt!

Scannen Sie den QR-Code ein und geben uns Ihr Feedback oder nehmen an der Umfrage bezüglich der Tagung teil.

Wir freuen uns über Ihre Meinung und bedanken uns für Ihre Mitarbeit, jede Tagung ein wenig besser zu gestalten.



Rahmenprogramm

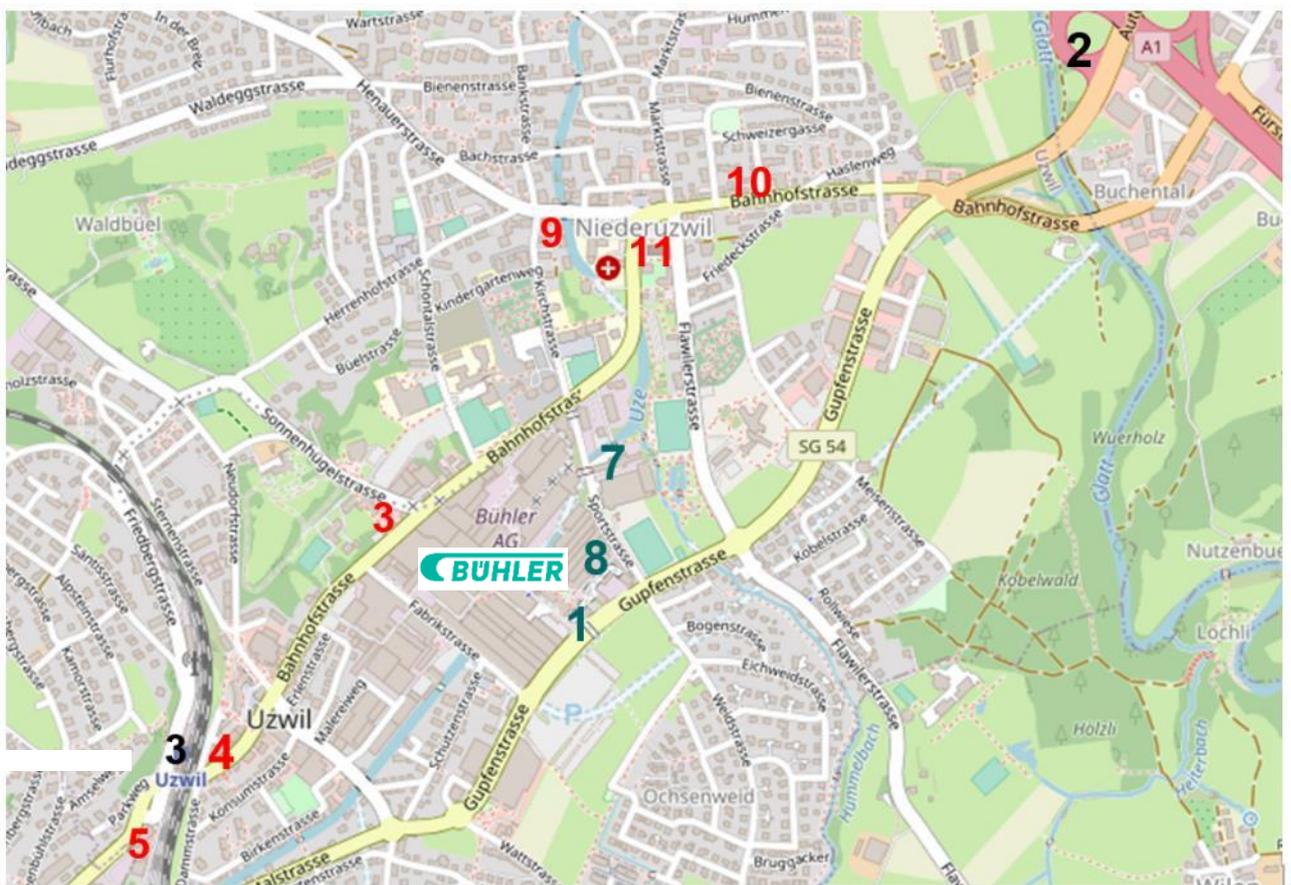
Donnerstag, 06. Oktober 2022

19:00 Uhr Networking (**Abendveranstaltung auf Einladung des Geschäftsbereichs Milling Solutions, Bühler AG**)

Ort: Personalrestaurant VIVA, Bühler AG
Bahnhofstrasse 114, 9244 Uzwil

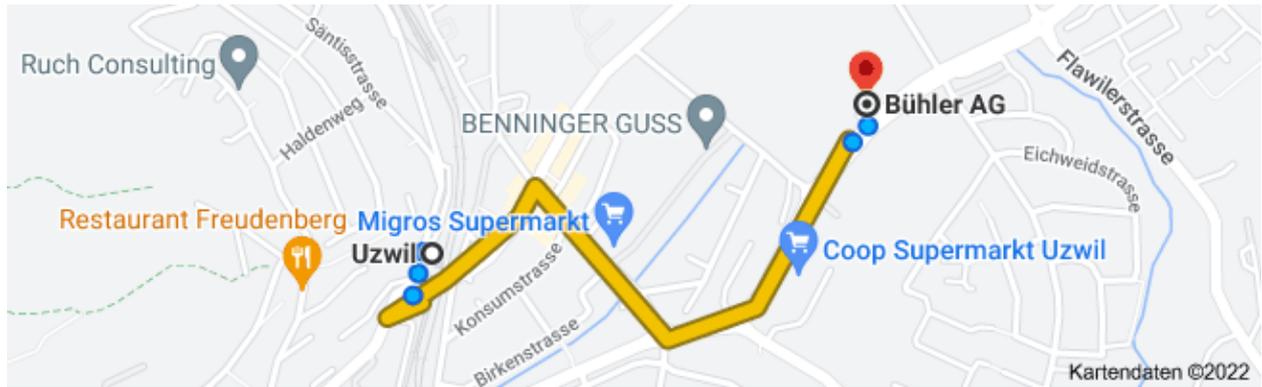
Anreise: ca. 200 m Fußweg vom Tagungsort CUBIC

Situationsplan Uzwil



1. Bühler AG Haupteingang A
2. Autobahn Aus- und Einfahrt
3. Bahnhof Uzwil
4. Hotel Uzwil
5. Hotel Bahnhof Uzwil
6. Hotel Schäfli
7. Personalrestaurant VIVA (Rahmenprogramm – Abendveranstaltung)
8. CUBIC (Tagungsort)
9. Hotel Löwen, Niederuzwil
10. Hotel Landhaus, Niederuzwil
11. Hotel Ochsen, Niederuzwil

Busfahrplan PostAuto



08:08 bis 08:11	Bus726	Richtung Will SG Bhf
08:20 bis 08:23	Bus741	Richtung Niederuzwil, Gaswerk
08:38 bis 08:41	Bus726	Richtung Will SG Bhf
08:50 bis 08:53	Bus741	Richtung Niederuzwil, Gaswerk
09:08 bis 09:11	Bus726	Richtung Will SG Bhf
09:20 bis 09:23	Bus741	Richtung Niederuzwil, Gaswerk
09:38 bis 09:41	Bus726	Richtung Will SG Bhf
09:50 bis 09:53	Bus741	Richtung Niederuzwil, Gaswerk
10:08 bis 10:11	Bus726	Richtung Will SG Bhf

Teilnehmerverzeichnis

Stand: 27. September 2022, 14.00 Uhr

Bast, Stefanie	Detmolder Institut für Getreide- und Fettanalytik (DIGeFa) GmbH, Detmold
Bender, Denisse, Dr.	Institut für Lebensmitteltechnologie, BOKU - Universität für Bodenkultur, Wien (Österreich)
Böcker, Georg, Dr.	Ernst Böcker GmbH & Co. KG, Minden
Brand, Nele	Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle
Brandt, Markus, Dr.	Ernst Böcker GmbH & Co. KG, Minden
Bräunlich, Stephanie	Agroscope, Nyon (Schweiz)
Bressler, Alexander	VEMAG Maschinenbau GmbH, Verden (Aller)
Brümmer, Thomas, Dr.	Brümmer Extrusion Consulting, Wittenbach (Schweiz)
Brunnbauer, Markus, Dr.	backaldrin International The Kornspitz Company GmbH, Asten (Österreich)
D`Amico, Stefano, Dr.	BOKU Institut für Lebensmitteltechnologie, Wien (Österreich)
Elbegzaya, Namjiljav, Dr.	Detmolder Institut für Getreide- und Fettanalytik (DIGeFa) GmbH, Detmold
Franco, Valeria	JOWA AG, Volketswil (Schweiz)
Gasser, Franz	Gasser & Partner GmbH, Zürich (Schweiz)
Geißlitz, Sabrina, Dr.	Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Karlsruhe
Haag, Michael	Saalemühle Alsleben GmbH, Alsleben
Heiden, Caroline	Institut für Pflanzenzüchtung, Universität für Bodenkultur (BOKU), Tulln (Österreich)
Huintjes, Norbert	Detmolder Institut für Getreide- und Fettanalytik (DIGeFa) GmbH, Detmold
Jimenez, Isabel	JOWA AG, Volketswil (Schweiz)
Keller, Reginbert	Reginbrot, Konstanz
Kerl, Christoph	Detmolder Institut für Getreide- und Fettanalytik (DIGeFa) GmbH, Detmold
Kinner, Mathias, Dr. nat.techn.	Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Institut für Lebensmittel- und Getränkeinnovationen, Wädenswil (Schweiz)

Knechtl, Rebecca	Institut für Lebensmitteltechnologie, Universität für Bodenkultur (BOKU), Wien (Österreich)
Köhler, Peter, Prof. Dr.	biotask AG, Esslingen
Kolb, Ralph E.	FrigorTec GmbH, Amtzell
Kunte, Thomas, Dr.	Ireks GmbH, Kulmbach
Kurte, Kerstin	Detmolder Institut für Getreide- und Fettanalytik (DIGeFa) GmbH, Detmold
Langenkämper, Georg, Dr.	Max Rubner-Institut, Institut für Sicherheit und Qualität bei Getreide, Detmold
Löschenberger, Franziska, Dr.	Saatzucht Donau GmbH & Co. KG, Probstdorf (Österreich)
Maass, Christiane	Detmolder Institut für Getreide- und Fettanalytik (DIGeFa) GmbH, Detmold
Mar, Alfred	ICC Austria - Internationale Gesellschaft für Getreidewirtschaft und-technologie, Wien (Österreich)
Marquardt, Sebastian	Wellhausen & Marquardt Mediengesellschaft bR, Hamburg
Matychka, Nadja	Willa Mehl Mühlenbetrieb, R. Willmerdinger GmbH, Johanniskirchen
Mimkes, Oliver, Dr.	IREKS GmbH, Kulmbach
Nachtmann, Mathias, Dr.	BASF Personal Care and Nutrition GmbH, Illertissen
Nagel, Louisa	Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e.V., Detmold
Pagel, Jürgen	Detmolder Institut für Getreide- und Fettanalytik (DIGeFa) GmbH, Detmold
Paschen, Florian	Intersnack Deutschland SE, Alsbach-Hähnlein
Peter, Noemi	gzpk Getreidezüchtung Peter Kunz, Feldbach (Schweiz)
Pfleger, Franz	Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e.V., Detmold
Popper, Lutz, Dr.	Mühlenchemie GmbH & Co. KG, Ahrensburg
Reding, von, Walter	Bakels Group, Rothenburg (Schweiz)
Reiter, Elisabeth, Dr.	Österreichische Agentur für Gesundheit u. Ernährungssicherheit GmbH, Wien (Österreich)
Rieper, Alexander	A. Rieper AG, Vintl (Italien)
Rockstroh, Stephan	Rudolf Ölz Meisterbäcker GmbH & Co.KG, Dornbirn (Österreich)
Rosenfellner, Monika	Rosenfellner Mühe & Naturkost GmbH, St. Peter in der Au (Österreich)

Rosenschon, Ulrich	Denis Privé GmbH, Berstadt
Ruhrländer, Melanie	Detmolder Institut für Getreide- und Fettanalytik (DIGeFa) GmbH, Detmold
Rumler, Rubina	Institut für Lebensmitteltechnologie, BOKU – Universität für Bodenkultur, Wien (Österreich)
Saint Paul, Julien	Puratos AG, Dulliken (Schweiz)
Scherrer, Marcel	Bühler AG, Uzwil (Schweiz)
Schmid, Tamara	ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Wädenswil (Schweiz)
Schmidt, Marcus, Dr.	Max Rubner-Institut, Institut für Sicherheit und Qualität bei Getreide, Detmold
Schönlechner, Regine, Prof. Dr.	Universität für Bodenkultur, Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie Institut für Lebensmitteltechnologie, Wien (Österreich)
Schorr, Jennifer	Felix Koch Offenbach Couleur und Karamel GmbH, Offenbach
Schuhmacher, Tobias	Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e.V., Detmold
Seitter, Michael, Dr.	BASF Personal Care and Nutrition GmbH, Illertissen
Stehle, Peter, Prof. Dr.	Universität Bonn
Stindt, Daniela	Detmolder Institut für Getreide- und Fettanalytik (DIGeFa) GmbH, Detmold
Strebel, Silvian	Agroscope, Nyon (Schweiz)
Tübing, Kristina	CSM Deutschland GmbH, Bingen
Ulrich, Christian	TRINOVA AG, Wangen SZ
Walker, Urs	Impana AG, Alpnach Dorf (Schweiz)
Wefers, Daniel, Prof. Dr.	Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle/Saale
Willmerdinger, Richard	Willa-Mehl Mühlenbetrieb, R. Willmerdinger GmbH, Johanniskirchen
Wohlgenannt, Katharina	Rudolf Ölz Meisterbäcker GmbH & Co KG, Dornbirn
Xhaferaj, Majlinda	Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Karlsruhe
Zense, Torsten H., Dr.-Ing.	Diosna Dierks & Söhne GmbH, Osnabrück

1. Inhaltsstoffe

1.1. **Rebecca Knechtl**, Wien, A Polyphenole in Sorghum Sorten aus Österreich

Sorghum ist das am 5.-häufigsten angebaute Getreide nach Weizen, Reis, Mais und Hafer. Ursprünglich stammt dieses Getreide vom afrikanischen Kontinent und ist dort auch eines der wichtigsten Grundnahrungsmittel. Auf Grund seiner Überlegenheit im Umgang mit umweltinduziertem Stress, wie zum Beispiel Trockenheit, im Vergleich zu anderen Getreiden rückt das Interesse an der Verwendung als Nahrungsmittel durch den Klimawandel auch in Europa immer mehr in den Mittelpunkt. Aktuell werden 75% der jährlichen Ernte zur Herstellung von Bioethanol und Tierfutter verwendet. Durch seine speziellen Inhaltsstoffe wie Phenolsäuren und Flavonoide wird das Potential als Lebensmittel immer intensiver erforscht. Genauere Untersuchungen der Nährstoffqualität der Hauptnährstoffe sowie der sekundären Pflanzeninhaltsstoffe werden derzeit in Österreich durchgeführt.

Ziel dieser Arbeit war die Entwicklung einer Extraktionsmethode für freie als auch gebundene sowie konjugierte Phenolsäuren und Flavonoide und die Erstellung eines Polyphenolprofils von 8 tanninfreien Sorghumsorten, die 2020 in Österreich angebaut wurden. Da es bisher keine standardisierte Extraktionsmethode für Sorghum gibt, wurde eine Mikroextraktion entwickelt um sowohl proben- als auch ressourcenschonend zu arbeiten. Dazu wurde die Extraktion in Mikroextraktionsröhrchen durchgeführt, wodurch bei der Phenolsäureextraktion 60-mal weniger Lösungsmittel und bei der Flavonoidextraktion 6-mal weniger Lösungsmittel benötigt wurde.

Die untersuchten Sorghumsorten wurden in einem Feldversuch in Hörsching (Oberösterreich) angebaut. Die Sorten wurden auf Grund ihrer Perikarpfarbe wie folgt eingeteilt: weiß – Arabesk, Ggolden, Icebergg, Kalatur und PR88Y92, orange – Arsky, rot – Armorik und Huggo. In allen Sorten konnten die Phenolsäuren Protocatechusäure, Vanillinsäure, Kaffeesäure, Syringinsäure, p-Cumarsäure und Ferulasäure in freier als auch in konjugierter und gebundener Form nachgewiesen werden, wobei die gebundene Form am häufigsten vorlag. Die Gesamtphenolsäuregehalte wurden mit der Folin-Ciocalteu-Methode (TPC, total phenolic content) ermittelt und lagen zwischen 0,99 und 1,57 mg FA(Ferulasäure)/g sample. Die nachgewiesenen Flavonoide umfassten Luteolinidin, Apigenidin, Naringenin, Apigenin, 5-Methoxy-Luteolinidin und 7-Methoxy-Apigenidin. Die Gesamtflavonoidgehalte wurden mit der Folin-Ciocalteu-Methode (TPC, total phenolic content) ermittelt und lagen zwischen 1,10 und 2,24 mg FA(Ferulasäure)/g sample.

Die roten bzw. orangenen Sorten Huggo, Armorik und Arsky zeigten die höchste antioxidative Aktivität im DPPH-Assay [2,2-Diohenyl-1-picrylhydrazyl, ca. 5,00µg Trolox-Äquivalent (TE)/g] und auch die höchste Radikalfängerkapazität im ABTS-Assay [Azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid, ca. 3,00µg TE/g] sowohl bei den Phenolsäureextrakten als auch bei den Flavonoidextrakten. Die höchste antioxidative Wirkung im FRAP-Assay [Ferric reducing antioxidant power, 4,36 µmol TE/g] wurde bei der weißen Variante Ggolden gemessen.

Mit diesem Polyphenolprofil der 8 Sorghumsorten aus Österreich als Grundlage können weitere Untersuchungen der Nährstoffverfügbarkeit, der Verdaulichkeit und der Anwendungsmöglichkeiten von Sorghum durchgeführt werden.



Mag. Rebecca Knechtl, geboren 1985 in Wiener Neustadt, nach der Matura Diplomstudium der Ernährungswissenschaften an der Universität Wien (Abschluss 2012, Titel der Diplomarbeit „Stability of microencapsulated omega-3 fatty acids in the food matrix“).

Anschließend Tätigkeit im Bereich der Produktentwicklung von Lebensmittelzusatzstoffen sowie in der Analytik von Fettsäuren und Vitaminen. Weitere Erfahrungen im GLP Bereich in der Wirkstoffanalytik von Pflanzenschutzmitteln.

Seit 2017 Masterstudium Lebensmittelwissenschaften und -technologie an der Universität für Bodenkultur in Wien.

1.2. **Marcus Schmidt**, Detmold, D

Verbesserte Lebensmittelsicherheit in Sub-Sahara Afrika durch Verwendung von Amaranth und Fingerhirse zur Brotherstellung

Marcus Schmidt¹, Susan Karenya Luvitaa², Kibet Lagat², Alexandra Hüsken¹, Inga Smit¹ und Calvin Onyango²

¹ Max Rubner-Institut (MRI), Institut für Sicherheit und Qualität bei Getreide, Schützenberg 12, 32756 Detmold

² Kenya Industrial Research and Development Institute (KIRDI), Abteilung für Lebensmitteltechnologie Nairobi P.O. Box 30650-00100, Kenia

Der global voranschreitende Klimawandel und die damit verbundenen extremen Wetterereignisse führen weltweit zu Ernährungsunsicherheiten. In Kenia sind mehr als 3,5 Millionen Menschen direkt von den Folgen hitze- und dürrebedingter Ernteauffälle betroffen. Insbesondere nicht einheimische landwirtschaftliche Kulturen wie Weizen und andere europäische Getreidearten sind anfällig für Ernteauffälle durch Hitze- und/oder Trockenstress, da sie nicht an das afrikanische Klima angepasst sind. Globale Krisen verursachen zusätzliche Probleme für die lokalen Ernährungssysteme. So bewirkt beispielsweise der aktuelle Krieg gegen die Ukraine eine enorme Preissteigerung für Weizen, was die Ernährungssituation in Entwicklungsländern weiter verschlechtert.

Um die Widerstandsfähigkeit des lokalen Lebensmittelsystems gegen diese Herausforderungen zu verbessern, ist eine Neu-Orientierung der Landwirtschaft zu traditionellen, einheimischen Kulturen, wie Amaranth und Fingerhirse, nötig. Diese Kulturen sind natürlicherweise besser an die lokalen klimatischen Bedingungen angepasst und dementsprechend weniger anfällig für Ernteauffälle durch Hitze- und Trockenstress. Damit stellen Amaranth und Fingerhirse wichtige Kulturen für die Ernährungssicherheit in Afrika dar. Der Austausch von Weizen gegen Amaranth oder Fingerhirse erscheint damit als vielversprechende Möglichkeit die Ernährungssicherung zu gewährleisten oder sogar zu verbessern. Eine der wichtigsten Verwendungen für Weizen besteht in der Brotherstellung. Allerdings weisen Amaranth und Fingerhirse schlechte Brotbackeigenschaften auf, auch bei der Verwendung als Mischung mit Weizenmehl.

Mälzen und Dämpfen sind vielversprechende Ansätze zur Verbesserung der Backeigenschaften dieser einheimischen Kulturen und damit auch der Qualität von Mischbrot. Jedoch bestehen noch erhebliche Wissenslücken bezüglich der optimalen Vorbehandlung. Daher wurde in dieser Studie Weizenmehl mit nativer, gedämpfter oder gemälzter Fingerhirse bzw. Amaranth im Verhältnis 70:30 gemischt und zu Brot verarbeitet. Die Teige und daraus hergestellten Backwaren wurden im Hinblick auf die Produktqualität und den Nährwert untersucht und bewertet.

Die Mischungen aus Weizen/nativem Amaranth (WHE-NAM) und Weizen/gemälztem Amaranth (WHE-MAM) hatten signifikant längere Teigentwicklungszeiten und höhere Teigstabilitäten, Wasseraufnahmekapazitäten und Farinograph-Qualitätszahlen als die anderen vier Mischungen (Weizen/gedämpfter Amaranth (WHE-SAM), Weizen/native Fingerhirse (WHE-NFM), Weizen/gedämpfte Fingerhirse (WHE-SFM) oder Weizen/gemälzte Fingerhirse (WHE-MFM)). Alle Mischbrote hatten ein signifikant kleineres Gebäckvolumen und eine dunklere Krumenfarbe als das Weizenbrot. Jedoch waren die Unterschiede von WHE-NAM und WHE-MAM zum Weizenbrot signifikant kleiner als von den anderen vier Mischungen. Außerdem zeigten WHE-NAM und WHE-MAM eine geringere Krumenfestigkeit und Bissfestigkeit, eine höhere Elastizität und Kohäsion sowie eine hellere Farbe als WHE-NFM, WHE-SFM und WHE-MFM. Die Stärke- und Proteinverdaulichkeit der Mischbrote unterschied sich nicht voneinander und lag zwischen 95-98 % bzw. 83-91 %. Die Mischbrote wiesen höhere Gehalte an Mineralstoffen (1,9-2,5 g/100 g), Ballaststoffen (5,7-7,1 g/100 g), Phenolsäuren (60-122 mg/100 g) und Phytat (551-669 mg/100 g) auf als Weizenbrot (Mineralstoffe 1,6 g/100 g; Ballaststoffe 4,5 g/100 g; Phenolsäuren 59 mg/100 g; Phytat 170 mg/100 g). Insbesondere die signifikant höheren Gehalte an löslichen Ballaststoffen in den Mischbrot zeigten auch eine Verbesserung der ernährungsphysiologischen Wertigkeit gegenüber reinen Weizenbrot auf.

Anhand dieser Ergebnisse wird deutlich, dass durch die Verwendung von WHE-NAM und WHE-MAM Mischungen qualitativ ansprechende Brote mit einem besseren Nährwertprofil als Weizenbrot hergestellt werden können. Damit ist eine Reduktion des benötigten Weizens um 30 % zugunsten von einheimischen Arten möglich. Die resultierenden Produkte können nicht nur zur Ernährungssicherung, sondern auch zu einer Verbesserung der ernährungsphysiologischen Qualität beitragen. Es muss jedoch beachtet werden, dass beide Brote eine verhältnismäßig dunkle Farbe besaßen. Um auszuschließen, dass dies mit einer erhöhten Bildung von Acrylamid im Zusammenhang steht, sind weitere Untersuchungen nötig. Außerdem sollten weitere Möglichkeiten der Vorbehandlung untersucht werden, um auch Fingerhirse bei der Herstellung von Backwaren verwenden zu können.



Dr. Marcus Schmidt studierte an der Technischen Universität Dresden mit dem Abschluss zum Diplom-Lebensmittelchemiker. Die Forschung zur Biopräservierung von Getreide und Getreideprodukten mit Promotion in Food Science and Technology führte er am University College Cork (UCC), Irland unter Prof. Elke Arendt durch. Seit 2020 arbeitet er am Max Rubner-Institut als Leiter der Arbeitsgruppe Nicht-Stärke Kohlenhydrate. Aktuelle Arbeitsthemen beinhalten FODMAP (fermentierbare Oligo-, Di- und Monosaccharide, sowie Polyole) und Ballaststoffe.

1.3. **Marcus Schmidt**, Detmold, D

Bedeutung der molekularen Eigenschaften von β -Glukanen für die Eignung als gesundheitsfördernder Lebensmittelinhaltsstoff

Marcus Schmidt, Elisabeth Scirba, Sharline Nikolay, Alexandra Hüsken und Inga Smit
Max Rubner-Institut (MRI), Institut für Sicherheit und Qualität bei Getreide, Schützenberg 12,
32756 Detmold

Eine Art von Ballaststoffen, die derzeit im Fokus stehen sind β -Glukane aus Getreide, wobei die höchsten Gehalte in Gerste und Hafer zu finden sind. Dabei handelt es sich um eine heterogene Gruppe von Nicht-Stärke-Polysacchariden. Sie bestehen aus Glukoseeinheiten, die anhand ihrer intramolekularen Verknüpfungen aus β -(1,3)- und β -(1,4)-glykosidischen Bindungen klassifiziert werden. Am häufigsten finden sich Untereinheiten aus drei bis vier β -(1,4)-verknüpften D-Glucose-Monomeren, die Cellotriosyl- und Cellotetraosyl-Oligosaccharide bilden. Das Mengenverhältnis dieser beiden Untereinheiten zueinander wird auch als molares Verhältnis bezeichnet. Die einzelnen Untereinheiten sind durch β -(1,3)-Bindungen verbunden und bilden lange lineare Polysaccharidketten.

Die besondere Beliebtheit der β -Glukane ergibt sich aus ihrem nachgewiesenermaßen besonders hohen gesundheitsfördernden Potential. Zahlreiche Studien zeigten bereits, dass β -Glukane zur Senkung des LDL-Cholesterinspiegels und zur Verringerung der glykämischen Reaktion nach der Nahrungsaufnahme beitragen. Damit können β -Glukane helfen, das Risiko eines Herzinfarktes und von Fettleibigkeit zu verringern. Auch die EFSA (European Food Safety Authority) ist bei der Bewertung der β -Glukane zu dem Schluss gekommen, dass Lebensmittel, welche die regelmäßige, tägliche Aufnahme von mindestens 3 g β -Glukan aus Hafer oder Gerste erlauben, zu einer Senkung des Cholesterinspiegels beitragen. Darum dürfen solche Produkte mit einem entsprechenden „Health Claim“ („Beta-Glukane tragen zur Aufrechterhaltung eines normalen Cholesterinspiegels im Blut bei“) beworben werden. Weitere strukturelle Eigenschaften, wie die molare Masse, das molare Verhältnis oder die Löslichkeit der verwendeten β -Glukane spielen für den Health Claim aber bislang keine Rolle. Jedoch konnte bereits in verschiedenen Studien gezeigt werden, dass diese Eigenschaften des β -Glukans einen Einfluss auf die gesundheitsfördernden Eigenschaften haben. So bewirkt beispielsweise eine hohe molare Masse

die Bildung eines hochviskosen Gels im Darm, was mit einer verringerten Aufnahme freier Gallsäuren in Verbindung gebracht wird. Infolgedessen wird die körpereigene Synthese von Gallsäuren angeregt, wobei Cholesterin verbraucht wird. Aufgrund der hohen Komplexität der Wechselwirkungen zwischen Struktur und Funktion des β -Glukans konnten die Zusammenhänge bisher aber noch nicht vollständig aufgeklärt werden. Obwohl bekannt ist, dass die molare Masse einen Einfluss auf die Funktionalität hat, sind nähere Details noch weitestgehend ungeklärt. Darüber hinaus ist hinreichend bekannt, dass sich Eigenschaften wie molare Masse und Löslichkeit während der Lebensmittelherstellung und Lagerung stark verändern können. Um dennoch eine Auslobung der gesundheitsfördernden Eigenschaften des β -Glukans zu ermöglichen, bezieht sich der Health Claim ausschließlich auf den Gehalt an β -Glukan.

Die Berücksichtigung der strukturellen Charakteristika von β -Glukan zur Auslobung der gesundheitsfördernden Eigenschaften ist weiter erschwert, da bisher Studien zur durchgehenden Nachverfolgung des β -Glukans vom Rohstoff über das verarbeitete Lebensmittel bis hin zum Verdauungstrakt fehlten. Um diesen Verlauf modelhaft darzustellen wurden zwei Gersten- β -Glukane mit divergierenden molaren Massen (170 kDa und 960 kDa) und molaren Verhältnissen zur Anreicherung von Weizenbrot verwendet und mit Weizenbrot ohne Zugabe von β -Glukan verglichen, wobei die Wasserzugabe nicht angepasst wurde. Aus technologischer Sicht zeigte sich, dass die zugegebene Menge an β -Glukan, nicht aber die molekularen Eigenschaften, einen großen Einfluss auf das Gebäckvolumen und die Krumeneigenschaften haben. Mit zunehmendem β -Glukangehalt nahm das Gebäckvolumen ab und die Krumenfestigkeit zu. Die Bestimmung des β -Glukangehaltes in den Broten ergab keine substantiellen Unterschiede zwischen den beiden verwendeten β -Glukanen. Es ist jedoch bemerkenswert, dass 30 – 40 % des eingesetzten β -Glukans während der Brotherstellung durch enzymatische Hydrolyse abgebaut wurden. Im Zuge der qualitativen Betrachtung der im Brot enthaltenen β -Glukane hat sich allerdings eine starke Reduktion der molaren Masse um mehr als 50 % des ursprünglich 170 kDa schweren β -Glukan auf 80 kDa (Gewichtsmittel) gezeigt. Im Gegensatz dazu verringerte sich die molare Masse des 960 kDa β -Glukan nur um 7,3 % auf ein Gewichtsmittel von 890 kDa.

Anschließend wurden die Weizenbrote einem vereinfachten modellhaften *in vitro* Verdau unterzogen. Dabei wurden die Unterschiede zwischen den zwei verwendeten β -Glukanen besonders deutlich. So konnten nur weniger als 10 % des eingesetzten β -Glukans mit einer ursprünglichen molaren Masse von 170 kDa und geringerem molarem Verhältnis nach dem Verdau wiedergefunden werden. Die molare Masse hatte sich auf rund 10 kDa verringert. Infolgedessen war die Viskosität des flüssigen Überstandes nach dem Verdau und die Bindung der Gallsäuren vergleichbar mit dem Standardweizenbrot ohne β -Glukan. Im Gegensatz dazu konnten rund 40 % des eingesetzten höher molekularen β -Glukans (ursprünglich 960 kDa) nach dem Verdau im Überstand wiedergefunden werden. Die molare Masse betrug nach der Brotherstellung und dem Verdau noch 680 kDa. Dadurch zeigte dieser Überstand eine erhöhte Viskosität und verbesserte Bindung der freien Gallsäuren, verglichen mit dem Weizenbrot ohne Zusatz von β -Glukan.

Die erzielten Ergebnisse bestätigen die existierenden Studien und zeigen, dass neben der Menge an β -Glukan auch die strukturellen Eigenschaften beachtet werden sollten, um eine maximale gesundheitsfördernde Wirkung im Lebensmittel zu erzielen. Es konnte bestätigt werden, dass es vom Rohstoff zum Lebensmittel durch den Herstellungsprozess zu einer Verringerung der β -Glukankonzentration und molaren Masse kommt. Zudem zeigen die Ergebnisse, dass dies umso deutlicher ausfällt je kleiner das eingesetzte β -Glukan und sein molares Verhältnis ist.



Dr. Marcus Schmidt studierte an der Technischen Universität Dresden mit dem Abschluss zum Diplom-Lebensmittelchemiker. Die Forschung zur Biopräservierung von Getreide und Getreideprodukten mit Promotion in Food Science and Technology führte er am University College Cork (UCC), Irland unter Prof. Elke Arendt durch. Seit 2020 arbeitet er am Max Rubner-Institut als Leiter der Arbeitsgruppe Nicht-Stärke Kohlenhydrate. Aktuelle Arbeitsthemen beinhalten FODMAP (fermentierbare Oligo-, Di- und Monosaccharide, sowie Polyole) und Ballaststoffe.

2. Getreideproteine

2.1. **Caroline Heiden, Tulln, A**

Evaluierung der Backeigenschaften von Populationsweizen

Von der Landwirtschaft wird heutzutage erwartet, den Einsatz externer Hilfsmittel zu reduzieren, umweltschonende Abbaumethoden einzusetzen und gleichzeitig bei variablen, sich stetig ändernden klimatischen Bedingungen hohe, stabile Erträge sowie ernährungsphysiologisch wertvolle Qualität zu produzieren. Für eine effiziente und nachhaltige Getreideproduktion bedarf es neben der Optimierung von Anbaumethoden auch einer Optimierung der Getreidesorten und des Saatguts. Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Eignung von Populationsorten, nach alternativen Zuchtansätzen angebaute Weizensorten.

Bei der Populationszüchtung wird nicht auf das Genom eines Individuums selektiert, sondern es soll der Genpool einer ganzen Ausgangspopulation verbessert werden. Im Unterschied zu den alten Landsorten können moderne Populationen auch neues Zuchtmaterial miteinbeziehen, die durch neue Selektionsverfahren effizienter weiterentwickelt werden. Die Populationsorten sind mittel- bis hochgradig heterozygot und nur mäßig homogen. Aufgrund der genetischen Variabilität innerhalb der jeweiligen Sorte sollte sie dementsprechend in der Lage sein, sich besser an neue, schwankende Umweltbedingungen anpassen zu können als Liniensorten. Während beim Roggen schon einige Populationsorten verfügbar sind, ist beim Weizen noch eine große Wissenslücke vorhanden.

Im Zuge der Arbeit wurde ein Probenpool von 12 Weizensorten (9 alte Landsorten, 3 Mixtures-eine Zweier-Kombination aus den alten Landsorten und 3 Populationsorten) an 3 unterschiedlichen Orten in zwei verschiedenen Ländern (Österreich, Schweiz) sowohl konventionell als auch biologisch angebaut und untersucht. Neben den typischen Agrardaten wie Hektolitergewicht und Ertrag wurde das Probenet hinsichtlich der Mehl- und Backqualität charakterisiert. Es wurden die chemischen Parameter Proteingehalt, Feuchtkleber, Sedimentationswert und rheologische Eigenschaften mittels Farino- und Extensogramm sowie das Volumen des österreichischen Semmelbackversuches (RMT) ermittelt.

Die Ergebnisse zeigten, dass die Populationsorten Brandex Population und MV ELIT CCP weitgehend gute Backergebnisse lieferten. Anhand der erhobenen Resultate erfüllen die beiden Sorten, gemäß den Richtlinien der AGES¹ und des Bundessortenamts², die Kriterien für die Qualitätsgruppe des Brot- bzw. Mahlweizen. Die Sorte Solibam Floriddia unterschied sich gröber von den anderen Populationsorten und konnte keine Kriterien für Qualitätsweizen erfüllen. Weiters zeigte sich, dass die Mixtures aus den Landsorten-Zweier-Kombinationen im Vergleich zu den jeweilig zugehörigen einzelnen Landsorten eine qualitative Aufbesserung der Backwaren aufwiesen.

Die gewonnenen Informationen ergeben, dass geeignete Populationsorten in der Zukunft eine brauchbare Alternative zu herkömmlichen Liniensorten darstellen könnten. Für die Arbeit wurde der Weizen von einem Erntejahr (2021) herangezogen. Um einen verlässlichen, eindeutigen Schluss über die Eignung von Populationsorten ziehen zu können, bedarf es der weiteren Untersuchung von mindestens zwei zusätzlichen Erntejahren.

¹AGES, BAES, 2022, Österreichische Beschreibende Sortenliste Landwirtschaftliche Pflanzenarten

²BSA, 2022, Beschreibende Sortenliste Deutschland für Getreide, Mais, Öl- und Faserpflanzen, Leguminosen, Rüben, Zwischenfrüchte



Caroline Heiden ist derzeit Studentin der Universität für Bodenkultur in Wien. Nach abgeschlossenem Bachelorstudium in Bereich der Lebensmittel- und Biotechnologie entschied sie sich, ihre Ausbildung zur Diplomingenieurin in Lebensmittelwissenschaften und –technologie fortzuführen. Zuletzt war sie im Rahmen ihrer Masterarbeit an der AGES in der Abteilung für Futtermittelanalytik und technologische Wertprüfung tätig.

2.2. **Georg Langenkämper**, Detmold, **D**

Entwicklung der Backqualitätsparameter von Weizen bei sehr hoher N-Düngung

Georg Langenkämper¹, Alexandra Hüsken¹, Sabine Mikolajewski², Christian Zörb³

¹Max Rubner-Institut, Detmold; ²Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Abteilung Laboranalytik, Freising; ³Institut für Kulturpflanzenwissenschaften, Qualität pflanzlicher Erzeugnisse, Universität Hohenheim, Stuttgart

Die Backqualität von Weizen wird zum wesentlichen Teil durch Menge und Qualität der Gliadin- und Gluteninfraktionen des Weizenproteins bestimmt. Das mittels Backtest ermittelte Brotvolumen ist der wichtigste Backqualitätsparameter, wobei gleichfalls der Rohproteingehalt ebenso wie die Menge und das Verhältnis von Gliadinen und Gluteninen und deren Untereinheiten und die Gluteninmakropolymere wichtige Indikatoren der Backqualität sind. Zwischen Backvolumen und Rohproteingehalt besteht grundsätzlich eine lineare Beziehung, deren Güte jedoch stark von den Weizensorten, der Umwelt, der Düngung und deren Interaktionen abhängig ist. Steigen bei Weizen durch Düngemiteleinsatz die Rohproteingehalte über 13 % wird häufig keine weitere Zunahme bzw. bei manchen Sorten sogar eine Abnahme des Backvolumens beobachtet.

Die Zielsetzung dieser Arbeit bestand darin, durch *i*) hohe und *ii*) exzessive Stickstoff (N)-Düngung bei verschiedenen Weizensorten sehr hohe Rohproteingehalte zu erzielen und den Effekt dieser sehr hohen Rohproteingehalte auf die Backqualität zu untersuchen. Die Winterweizensorten KWS Keitum (C-Sorte), KWS Milanceco (E-Sorte), Hystar (EU-Sorte; Hybridweizen) und Arnold (EU-Sorte) wurden in Topfexperimenten mit insgesamt 3,4 g bzw. 4,4 g N-Düngung im offenen Gewächshaus kultiviert.

Die wesentlichen Ergebnisse in Kurzform:

- der Rohproteingehalt war bei allen Sorten mit exzessiver N-Düngung steigerbar, wobei der Anstieg des Rohproteins in Hystar geringer ausfiel, als in den anderen drei Sorten,
- bei exzessiver N-Düngung im Vergleich zur hohen N-Düngung war in keiner der vier Sorten ein Anstieg des Backvolumens zu beobachten,
- die Konzentrationen und das Verhältnis von Gliadinen und Gluteninen und deren Untereinheiten und die Konzentration der Gluteninmakropolymere lagen entweder in beiden N-Düngestufen auf gleichem Niveau oder waren bei exzessiver N-Düngung erhöht,
- das Verhältnis von Stickstoff zu Schwefel (S) variierte nicht wesentlich zwischen den beiden N-Düngestufen. Bei sämtlichen Sorten und bei beiden N-Düngestufen lag das N zu S Verhältnis unter 17, so dass ein S-Mangel sehr unwahrscheinlich ist.

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass sehr hohe Rohproteingehalte in den vier Weizensorten die Backqualität nicht steigern können. Die Untersuchung der verschiedenen Proteinfractionen der Weizensorten ergab keinen offensichtlichen Hinweis, der den Sättigungseffekt des Backvolumens bei sehr hohem Rohproteingehalt erklären könnte.



Dr. (NZ) Georg Langenkämper, *Biologiestudium an der Universität Osnabrück mit dem Abschluss Diplom Biologe (1994). Forschung zur Nachernte-Reifung von Kiwifrüchten und Promotion im Jahr 1998 in Molecular and Cellular Biology, an der Universität Auckland, Neuseeland. Von 1998 bis 2000 Forschungsarbeit als Post-Doc an der Universität J. Fourier, Grenoble. Seit dem Jahr 2000 am Max Rubner-Institut, Institut für Sicherheit und Qualität bei Getreide, Leitung der Arbeitsgruppe Proteinchemie.*

2.3. **Alfred Mar**, Wien, **A**

Weizen Proteingehalt und -qualität - Welcher Bedarf besteht für die Zukunft?

Mit wissenschaftlichem Interesse und in kritischer Betrachtung blickt die Getreidewissenschaft auf die Erntequalitäten von österreichischem Weizen. Besonders seit Mitte des letzten Jahrzehnts wird im Qualitätsweizengebiet im Pannonikum im Osten Österreichs eine signifikante Tendenz zu steigenden Proteingehalten bei gleichzeitig abnehmenden Hektarerträgen festgestellt. Steigende Proteinwerte führen zu entsprechend höheren Gehalten am technologisch qualitätsentscheidenden Gluten, dessen Qualität sich deutlich in Richtung zunehmende Elastizität entwickelte, was in der Bäckereitechnologie bereits zu Verarbeitungsproblemen führte, Stichwort „bockige Teige“. Ganz besonders betroffen zeigt sich die Erzeugung von Feinen Backerzeugnissen, allen voran Waffeln und Keksen. Die Frage stellte sich daher, wieviel Protein und in welcher Qualität wird Weizen für die Herstellung österreichischer Backerzeugnisse aus heimischem Hauptrohstoff benötigt?

Auf Basis der Qualitätskriterien der Börse für landwirtschaftliche Produkte, Wien, gelten für Weizen folgende Mindest-Proteingehalte: Mahlweizen 12,5 %, Qualitätsweizen 14 %, Premiumweizen 15 %. Der Trend der Ernten der letzten Jahre Richtung Premiumweizen setzt sich auch 2022 fort. Somit ergibt sich für Österreich Einfuhrbedarf an Weizen mit niedrigeren Proteingehalten, vorrangig für Industriezwecke (Stärke, Bioethanol), aber je nach Erntejahr auch für die Herstellung von Feinen Backwaren. Der Inlandsbedarf für Premiumweizen ist gering, der Markt dafür liegt in den angrenzenden Ländern, vor allem Italien, wo der Hochproteinweizen als Aufmischweizen verwendet wird. Der österreichische Back- oder Brotweizenbedarf bewegt sich im Bereich der Mahl- und Qualitätsweizen.

Die steigenden Proteingehalte in den letzten Jahrzehnten waren vor allem auf die Erfolge der österreichischen Saatzucht und Saatgutzulassung zurückzuführen. Weiter spielte die Stickstoffdüngung eine wesentliche Rolle, die in Österreich bei Qualitätsweizen die 200 kg N/ha – Marke häufig übersteigt. Je nach Standortverhältnissen liegt für Weichweizen mit 14,5 % Proteingehalt die Düngeempfehlung zwischen 210 und 220 kg N/ha, in Fällen höherer Proteingehalte finden sich Werte bis zu 260 kg N/ha. Bedingt durch den Klimawandel und die dadurch bedingten Mangelerscheinungen an Feuchtigkeit im Frühsommer und zur Erntezeit stellten sich die weitergehenden Phänomene ein, geringerer Hektarertrag und noch höhere Proteingehalte wie eingangs erwähnt.

Mit den Klimaschutzmaßnahmen des Green Deals der EU erfolgt die Zielsetzung einer Düngemittelreduktion um 20 %, was einen Beitrag zur Reduktion der Proteinwerte leisten kann. Gleichzeitig werden nationale Programme zur weiteren, teils freiwilligen Reduktion der

Stickstoffdüngung gestartet. Beispiele dazu, wie Nitrataktionsprogramm, umweltgerechte Landwirtschaft (ÖPUL) und Grundwasserschutz werden daher nicht nur Klima- und Umwelteffekte zeigen, sondern auch zur Reduktion des Proteingehalts im Weizen beitragen. Verstärkt wird dieser Trend durch die steigenden Energiepreise, die stark steigende Preise für Düngemittel bedeuten.

Der Klimawandel und die damit im Zusammenhang stehenden Gegenmaßnahmen verlangen eine neu orientierte Vorgehensweise entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Geringere Ausbringung von Düngemitteln wird einerseits Klima und Umwelt schonen, andererseits aber auch neue Anforderungen an die Saatzucht und die Sortenzulassung stellen. Die zukünftigen Qualitätsziele von Backwaren für den österreichischen Markt verlangen eine Fokussierung auf die für die jeweiligen Endprodukte optimierten Backqualitäten. Diese und nicht die Proteingehalte allein müssen in einem neuen Preisregime für alle Beteiligten entlang der Wertschöpfungskette zufriedenstellend gestaltet werden.

Quellen:

ICC-Austria Symposium, BOKU Wien, 29.04.2022

Mar A., Ernährung/Nutrition Vol. 46, Nr. 03/04 (2022)

Mar A., <https://swissbaker.ch/panissimo-news/weizen-proteingehalt-und-qualitaet-welcher-bedarf-besteht-fuer-die-zukunft/> (03.06.2022)



Dipl. Ing. Alfred Mar studierte Lebensmittel- und Biotechnologie an der Universität für Bodenkultur, Wien. Nach 26 Jahren Managementfunktionen, u.a. in der Geschäftsführung von Unternehmen in der Backwaren- und Mühlenindustrie, war Mar von 2001 bis zu seiner Pensionierung 2015 Direktor und Professor an der Höheren Technischen Lehranstalt für Lebensmittel-, Getreide- und Biotechnologie und Meisterschule für Müller, Bäcker und Konditoren, in Wels, Oberösterreich. Weiterhin ist er seit 1990 als Lehrbeauftragter für Getreidetechnologie an der Universität für Bodenkultur, Wien, tätig und weiter seit 2020 im Projekt „Klimatech“ – alternative Cerealien und Pseudocerealien in der Mülerei- und Bäckereitechnologie – als wissenschaftlicher Mitarbeiter. Weitere

Lehraufträge bestehen in Meisterkursen für Bäcker und Konditoren in Oberösterreich, in Kursen für Lebensmittelaufsichtsorgane an der AGES-Akademie sowie für Brotsommeliers an der Lebensmittelakademie des österreichischen Gewerbes. Seit 2009 ist er Präsident der ICC-Austria, seit 2020 Ehrenmitglied der Österreichischen Gesellschaft für Ernährung (ÖGE) und weiter Mitglied im Vorstand der Vereinigung der Backbranche (VDB) – Österreich. Mar ist aktuell zum Vorsitzenden der österreichischen Codex-Unterkommissionen für Backerzeugnisse, Teigwaren und Mahl- und Schälprodukte bis 2026 bestellt worden.

2.3. **Silvan Strebel**, Nyon, CH

Einfluss der Anbaumethoden auf den Eiweißgehalt von Brotweizensorten

Silvan Strebel, Juan Herrera, Didier Pellet, Amanda Burton, Cécile Brabant, Lilia Levy
silvan.strebel@agroscope.admin.ch & lilia.levy@agroscope.admin.ch

Die Qualität von Weizen wird durch die Sortenwahl, die Intensität, den Zeitpunkt und die Formulierung der Stickstoffdüngung (N), sowie durch die Umweltfaktoren des Standorts beeinflusst. Die Landwirte müssen die Anforderungen der Sammelstellen, der Müller, der Bäcker und der Konsumenten in Bezug auf die Backqualität erfüllen. Darüber hinaus werden sie zunehmend durch gesetzliche Vorgaben der Düngemittelausbringung aufgrund von deren Umweltwirkung eingeschränkt.

Einfluss der Stickstoffdüngung auf die Weizenqualität

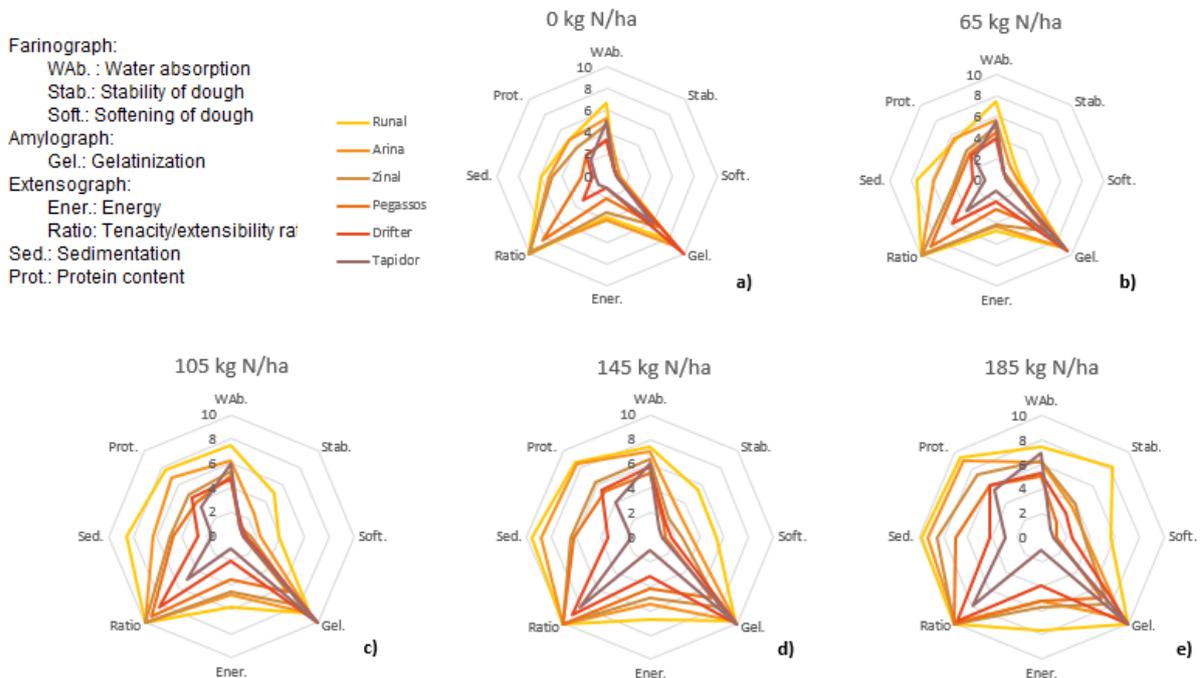


Abbildung 1 - Auswirkungen einer steigenden Stickstoffdüngung auf verschiedene Qualitätsparameter von Winterweizen (Levy et al., 2007; Levy et al., 2017). Der beste Wert ist 10. Hochwertige Sorten wie Runal oder Arina befinden sich ausschliesslich im äusseren Teil des Diagramms.

Seit mehreren Jahren führt Agroscope spezifische Feldversuche durch, um die Auswirkungen einer angepassten Stickstoffdüngungsstrategie auf den Ertrag und die Qualität von Weizen zu untersuchen. Von 2004 bis 2006 wurde untersucht, welches Stickstoffdüngungsniveau für den Weizenanbau die Anforderungen der Landwirtschaft und der Verarbeiter am ehesten erfüllt (Abb. 1). Die Grundlage für Weizenmehl mit guten technologischen Eigenschaften für die Backindustrie sind Sorten von hoher Qualität. Dennoch muss die Menge und der Zeitpunkt der N-Düngung angepasst werden, um den N-Bedarf der Pflanzen optimal zu decken. Diese Versuche mit steigendem N-Düngungsniveau (Abb. 1) haben gezeigt, dass ertragsbetonte Sorten (Pegassos, Drifter, Tapidor) auch bei hoher Düngung nicht die rheologischen Werte guter Backweizensorten (Runal, Arina, Zinal) erreichen. Die Verbesserung der Qualitätsparameter bei steigender N-Düngung ist bei niedrigen N-Gaben (von 0 bis 145 kg N ha⁻¹) signifikant, wird aber mit weiterem Anstieg der N-Menge immer geringer. Nur bei Runal erhöhte sich die Teigstabilität signifikant, wenn die N-Menge auf die maximalen 185 kg N ha⁻¹ erhöht wurde (Abb. 1e). Andererseits scheinen zwei weitere Parameter, die Verkleisterung und das Verhältnis Zähigkeit/Dehnbarkeit, in hohem Masse von Sorte und Umweltfaktoren (Boden, Witterung, etc.) bestimmt zu sein und weniger empfindlich auf die N-Bewirtschaftung zu reagieren.

Für das Wachstum des Weizens ist nicht nur die Höhe der N-Menge entscheidend, sondern auch der Zeitpunkt der Zufuhr. Die Gesamtmenge von 140 kg N ha⁻¹ wurde in fünf verschiedenen Gaben ausgebracht (Abb. 2b - 2f). Die Aufteilung in drei Gaben (Abb. 2c) anstelle von zwei (Abb. 2b) erhöhte viele Qualitätsparameter, wie den Proteingehalt und den Sedimentationswert, signifikant. Eine höhere N-Düngung bei der letzten Gabe (Abb. 2e und 2f) verbesserte die rheologischen Eigenschaften und die Backwerte. Eine Erhöhung der N-Düngung um 60 kg ha⁻¹ (Abb. 2g) führte zu keinen deutlich besseren Ergebnissen, ausser bei der Sorte Premio, die stets die niedrigste Qualität aufwies. Auch der Glutenindex scheint in hohem Masse sortenabhängig zu sein.

Effizienz der Stickstoffdüngung

Farinograph:

WAb.: Water absorption
 Stab.: Stability of dough
 Soft.: Softening of dough

Extensograph:

Ener.: Energy
 Ratio: Tenacity/estensibil

BrVol: Bread volume
 BrPt: Bread appreciation

TinBr: Tin bread volume

Prot: Protein content

Sed: Sedimentation

GInd: Gluten Index

WG: Wet Gluten

α : wheat DC 21

β : wheat DC 30

γ : wheat DC 37

δ : wheat DC 59-61

— Runel
 — CH Claro
 — CH Comlin
 — Pramio

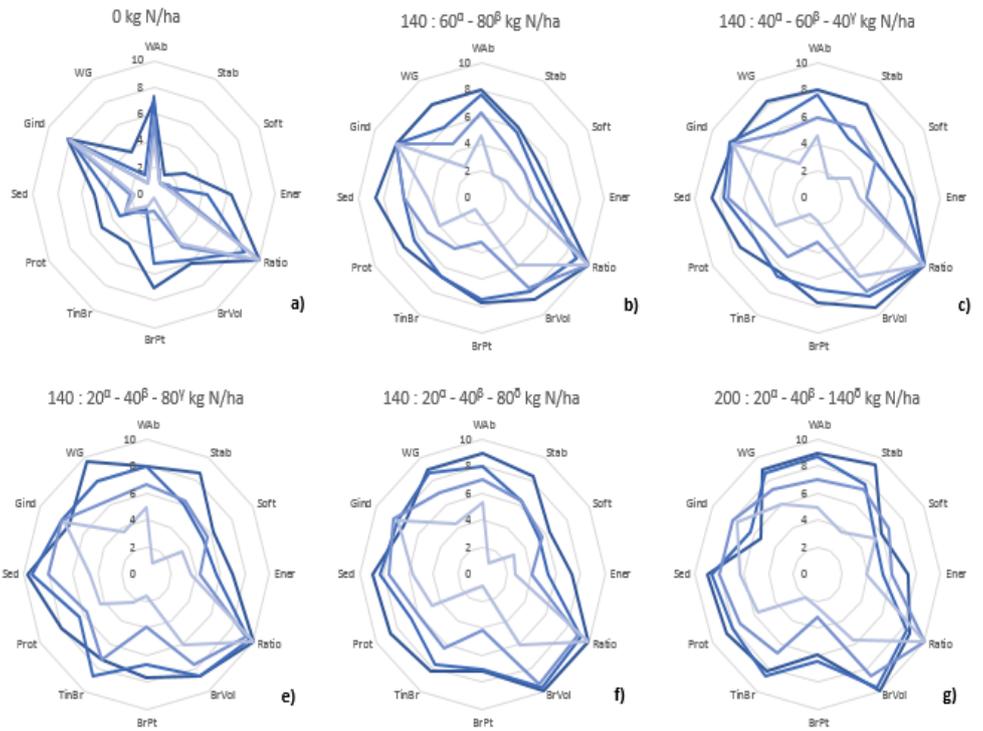


Abbildung 2 - Auswirkungen einer unterschiedlichen Aufteilung der Stickstoffdüngung auf verschiedene Qualitätsparameter von Winterweizen (Levy et al., 2017). Die beste Punktzahl ist 10.

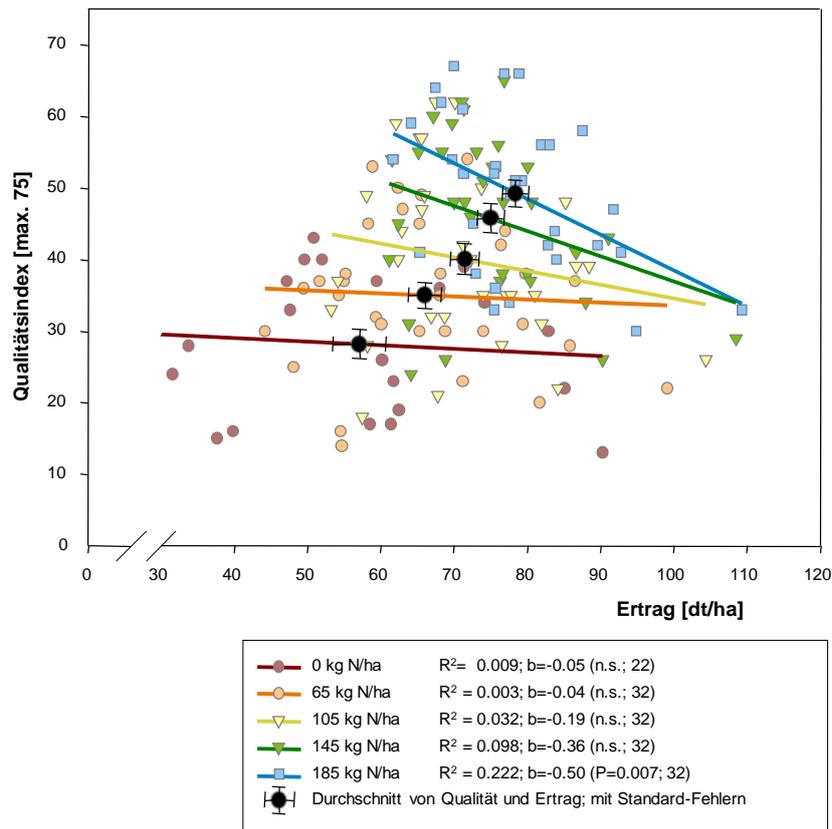


Abbildung 3 - Beziehung zwischen Qualität und Ertrag bei den verschiedenen Stickstoffdüngungsstufen, unter Einbezug aller Sorten. Das Bestimmtheitsmass (R^2) pro Stickstoffdüngungsstufe sowie die Neigung der Regressionsgerade (b) sind in der Legende aufgeführt. In Klammern wird näher umschrieben, ob «b» signifikant von Null abweicht und die Anzahl zugrunde liegenden Beobachtungen. Für jede Stickstoffdüngungsstufe ist der Durchschnittswert von Qualitätsindex und Ertrag mit einem schwarzen Kreis und den Standard-Fehlern angegeben (Levy et al. 2007).

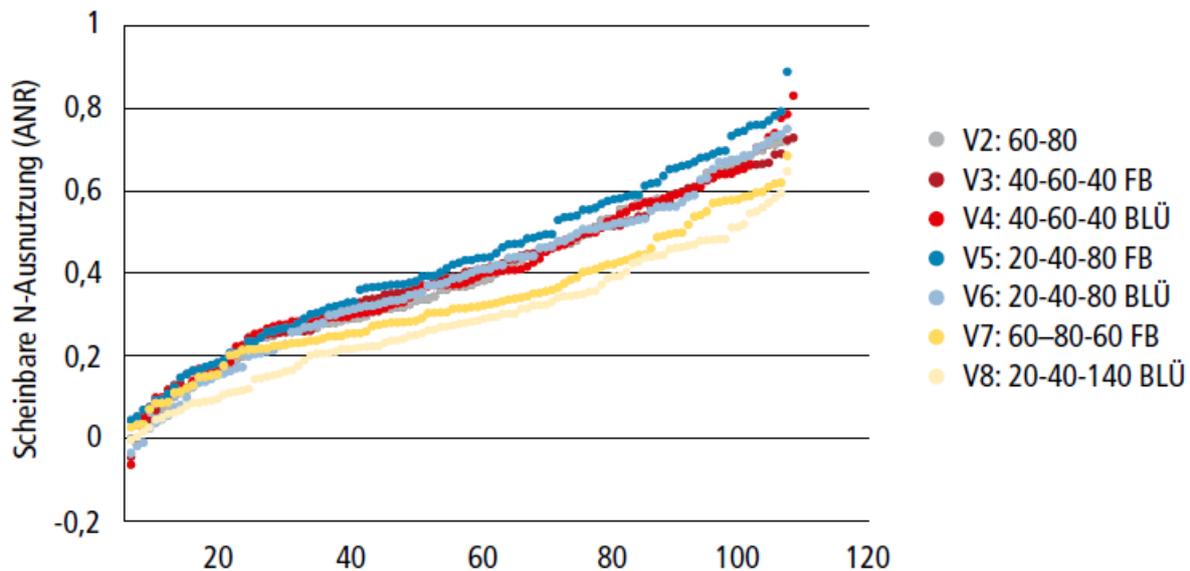


Abb. 4 - Scheinbare N-Ausnutzung (ANR) in den Körnern nach Düngungsverfahren (n=108 Parzellen pro Verfahren). Innerhalb eines Verfahrens sind die Parzellen in aufsteigender Reihenfolge ihres ANR-Werts geordnet. FB: letzte Düngung im Fahrenblattstadium, BLÜ: letzte Düngung im Blütenstadium (Levy und Brabant, 2016).

Das intensivere Produktionssystem, mit höherer N-Düngung, bewirkte höher Qualitätswerte und Kornerträge (Abb. 3). Jedoch ist mit zunehmender N-Düngung der Zuwachs an Ertrag, respektive Qualität stetig geringer (schwindender Grenzgewinn).

Weitere Analysen bezüglich der scheinbaren Stickstoffausnutzung (Apparent Nitrogen Recovery, ANR) bestätigen diese Ergebnisse. ANR in den Körnern ist ein Mass für die Effizienz, mit welcher der Stickstoffdünger verwertet wird. Er wird berechnet aus dem Kornproteingehalt und den Kornertrag. Während das Verfahren V5 die Spitze einnimmt, schneiden die Verfahren V7 und V8 am schlechtesten ab (Abb. 4). Selbst wenn der Kornertrag bei Verfahren V7 am höchsten ist,

rechtfertigt der erreichte Zuwachs die gegenüber V2 bis V6 eingesetzten zusätzlichen 60 kg N/ha nicht.

Fazit und Ausblick

Die Ergebnisse geben Aufschluss über das Potenzial und die Auswirkungen von Stickstoffmanagementstrategien (Menge und Zeitpunkt der N-Düngung) auf die Backqualitätsparameter und den Kornertrag.

Auf der Grundlage dieser Meta-Analyse lassen sich Empfehlungen für den effizienten Einsatz von Stickstoffdüngern und für die Wahl der Weizensorten ableiten. Eine Aufteilung der Stickstoffdüngung auf drei statt zwei Anwendungen erhöht die Qualitätsmerkmale deutlich. In Regionen, in denen zum Zeitpunkt des Auftretens des Fahnenblattes (DC 37) ausreichend Niederschlag fällt, kann in diesem Entwicklungsstadium ein höherer Anteil an Stickstoff ausgebracht werden, ohne dass dies negative Auswirkungen auf den Kornertrag oder die Qualität hat. Ein Landwirt kann mit einer verbesserten Aufteilung der Stickstoffgaben (Synchronisierung zwischen Bedarf der Pflanzen und Zufuhr) sowohl den Kornertrag, als auch die Weizenqualität deutlich steigern. Die Sorten weisen auch Unterschiede in Bezug auf die Reaktion auf Umweltfaktoren bei Ertrags- und Qualitätsparametern auf. So weisen beispielsweise Sorten wie Arina unter halbkontrollierten Bedingungen eine sehr stabile Kornertragsleistung auf, allerdings bei einem niedrigen Kornertragsniveau. Qualitativ hochwertige Sorten weisen auch bei geringer Stickstoffdüngung gute rheologische und Backeigenschaften auf, während Sorten mit geringerer Qualität diese Werte selbst bei hohen Stickstoffgaben nicht erreichen.

Stark ansteigende Preise für Stickstoffdünger sowie strengere gesetzliche Vorgaben von der Seite der Behörden zwingen die Landwirte das Stickstoffdüngungsmanagement noch effizienter zu machen. Seit 2018 vertieft sich Agroscope der Untersuchung, wie die Stickstoffdüngung sowohl standort-, als auch sortenspezifisch optimiert werden kann, unter Berücksichtigung von Ertrag und Weizenqualität. Um dieses Ziel zu erreichen, werden Methoden aus der Fernerkundung (remote sensing) eingesetzt, wobei mit Satelliten- und Dronenbildern Vegetationsindizes berechnet werden. Ausserdem wird Machine Learning eingesetzt, um Faktoren zu identifizieren, die für den Ertrag und die Qualität am meisten relevant sind. Zuletzt wird auch Crop Modeling verwendet, um Extremsituationen (Hitze, Kälte, Trockenheit, etc.) und noch nicht getestete Stickstoffmanagementstrategien zu simulieren.

Literatur

Brabant C. and Levy L., 2016. Einfluss der Stickstoffdüngung und ihrer Aufteilung auf die Backqualität von Weizen. Agrarforschung Schweiz 7 (2), 88–97.

Levy L., Schwaerzel R., Kleijer G., 2007. Stickstoffdüngung und Brotgetreidequalität. Agrarforschung 14, 484–489.

Levy L. and Brabant C., 2016. Die Kunst, den Stickstoffdünger für einen optimalen Ertrag und Proteingehalt von Weizen aufzuteilen. Agrarforschung Schweiz 7 (2), 80–87.

Levy, L., Herrera, J. M., Rechsteiner, S., Courvoisier, N., Pellet, D., Scheuner, S., ... & Hund, A. (2017). Alternatives to secure wheat quality with lower supplies of nitrogen fertilizer. Cereal Technology, 71(3), 206-216.



Silvan Strebel, Master in Agrarwissenschaften mit Fokus Crop Science, ETH Zürich, 2018.

Nachdiplompraktikum Agroscope (Changins) in der Gruppe Sorten und Anbautechnik im Rahmen eines europäischen Forschungsprojektes (SOLACE) zum Thema Stickstoffmangel und Trockenheitsstress von Weizen in Zusammenhang mit Remote Sensing Methoden 2018-2019. Wissenschaftlicher Assistent in diversen Weizenforschungsprojekten in der Gruppe Anbautechnik und Sorten im Ackerbau (Agroscope Changins) in Zusammenhang mit Stickstoffdüngung und Sortenmischungen 2021-2022.

Seit 2022 verantwortlich für Getreidesortenprüfung in der Schweiz und Koordination von Getreideforschungsprojekten zum Thema Düngung, Sorten und Anbautechnik.

3. Getreideverarbeitung

3.1. **Denisse Bender**, Wien, A Neue Erkenntnisse beim Ohm'schen Erhitzen von glutenfreiem Brot

Denisse Bender¹, Elok Waziroh², Henry Jäger² und Regine Schoenlechner²

¹Department für Lebensmittelwissenschaften- und Technologie, Institut für Lebensmittelwissenschaften, Universität für Bodenkultur Wien, Muthgasse 18, 1190, Wien, Österreich.

²Department für Lebensmittelwissenschaften- und Technologie, Institut für Lebensmittelwissenschaften, Universität für Bodenkultur Wien, Muthgasse 18, 1190, Wien, Österreich.

Glutenfreie (GF) Teige stellen in der Regel mehrere technologische Herausforderungen während des Backens dar, die die Teigstabilität und daraus resultierende Produktqualität einschränken. Eine Möglichkeit diesen Herausforderungen zu begegnen besteht in der Adaption der Backtechnologie. Aufgrund der volumetrischen Wärmeübertragung und der schnelleren Aufheizrate ist das Ohm'sches Erhitzen (OH) im Vergleich zum herkömmlichen Backen in einem Etagenofen für sehr feuchte Teige, wie GF Teige es üblicherweise sind, vorteilhaft. Während dem Ohm'schen Erhitzen hängt die Teigausdehnung und Stabilität von kritischen Faktoren wie z.B. die Viskosität, elektrische Leitfähigkeit und Zusammensetzung der Teige ab, was die Erwärmung und dadurch die Krumenbildung maßgeblich beeinflussen kann. Da diese Faktoren stark von einzelnen GF Zutaten wie Stärke oder Proteine beeinflusst werden können, wurde die Auswirkung von ausgewählten GF Zutaten auf den OH Prozess und auf die daraus resultierende Brotqualität untersucht.

Die Ergebnisse zeigten, dass die rheologischen Eigenschaften von GF-Brotteigen von entscheidender Bedeutung während des OH-Backprozesses sind, da die Teigviskosität die Porenausdehnung während der Fermentation und die Ionenbewegung während der Ohm'schen Erhitzung erheblich beeinflussen. Erste Untersuchungen zeigten, dass die Teigviskositätseigenschaften durch die Art und Struktur der Stärke, deren Quellverhalten und Wasserbindung deutlich beeinflusst werden. Es wurde ein nichtlinearer Zusammenhang zwischen Teigviskosität und Broteigenschaften festgestellt. Der optimale Viskositätsbereich für OH-Brot variierte stark für Teige mit unterschiedlichen Stärketypen (B-Typen > A-Typen). Darüber hinaus führten Proteine mit höherer Löslichkeit, niedrigerer Gesamt- und freie Thiolgruppen und einer geringeren Hydrophobizität zu besseren Schaum- und Emulgiereigenschaften, verteilten sich gleichmäßiger im GF Teig und bildeten ein stärkeres Netzwerk nach dem Erhitzen.

Durch diese Untersuchung wurden wichtige Aspekte identifiziert, die für die Anwendung von OH für GF Backwaren berücksichtigt werden sollten.

Schlagwörter: Ohm'sches Erhitzen, Glutenfreie Backwaren, Teigheologie, Teigfunktionalität



***Denisse Bender** promovierte 2018 am Institut für Lebensmitteltechnologie an der Universität für Bodenkultur Wien. Derzeit ist sie als Senior Scientist am Institut für Lebensmittelwissenschaften tätig und leitet seit 2020 die Arbeitsgruppe Lebensmittelphysik. Ihre Forschungsgebiete umfassen die Verwendung und Modifizierung funktioneller pflanzlicher Inhaltsstoffe, sowie die Anwendung von Technologien zur Bildung von maßgeschneiderten Lebensmittelstrukturen.*

3.2. **Lutz Popper**, Ahrensburg, D Flachwaffeln aus alternativen Getreiden: Ohne Weizen, mit Enzymen.

Die Herstellung von Waffeln, seien es Flachwaffeln für Riegelprodukte oder auch Süßwaffeln für Waffelrollen oder Eiswaffeln, stellt die Produzenten vor völlig andere Herausforderungen als das Backen von Brot und Brötchen oder auch anderen Dauerbackwaren wie Hartkeksen oder Kräckern.

Wird für hefegetriebene Gebäcke und laminierte Dauerbackwaren ein zusammenhängendes Klebnetzwerk benötigt, so ist dieses bei den flüssigen Massen ein Problem, weil es zu Klumpenbildung und damit zu Verstopfung von Sieben und Düsen sowie inhomogener Struktur der Waffeln führt.

Für Brot und Brötchen wird zudem der Frischezustand über die Verfügbarkeit von freiem Wasser definiert. Beim Backen muss daher viel Wasser im Gebäck bleiben. Anders bei Dauerbackwaren wie den Waffeln. Hier liegt die Feuchte nach dem Backen unter 3 % und soll da auch bleiben. Der Weg dahin ist mühselig, weil Waffelmassen typischerweise ein Wasser-zu-Mehl-Verhältnis von über 1:1 aufweisen, also eine Wasserschüttung von mindestens 100 %. Das Endprodukt aber muss weniger Wasser enthalten als das Mehl. Der Überschuss muss mit hohem Energieaufwand entfernt werden.

Für beide Herausforderungen – Vermeidung der Klebnetzwerkbildung und die Verminderung des Wassergehaltes – bieten sich bei herkömmlichen, weizenbasierten Waffeln Enzyme als Lösung an: Proteasen, um den Kleber teilweise abzubauen und Xylanasen, um die Wasseraufnahme der Massen zu verringern. Der Zugewinn an Qualität und Wirtschaftlichkeit ist erheblich.

Trendig sind zurzeit jedoch eher Snackprodukte ohne Weizen oder wenigstens mit reduziertem Weizengehalt. Bieten Enzyme in solchen Anwendungen auch Vorteile?

Dieser Vortrag stellt erste Ergebnisse von Versuchen vor, bei denen die Auswirkungen von Amylase, Protease, Xylanase, Glucanase und Cellulase auf die Viskosität von Suspensionen aus Mais-, Cassava-, Sorghum-, Reis- und Buchweizenmehl untersucht wurden.

Mit Buchweizen-, Mais- und Reismehl wurden zudem Flachwaffeln auf einer Pilotanlage gebacken.

Es zeigte sich, dass – nicht überraschend – Proteasen keine nennenswerten Auswirkungen auf die Konsistenz der Waffelmassen haben, insbesondere Xylanasen jedoch einen Beitrag zur Viskositätssenkung und damit zur Energieeinsparung leisten können. Während bei Weizenbasierten Waffeln keine Amylasen eingesetzt werden, um ein Verkleben mit den Waffeleisen aufgrund der gebildeten Dextrine zu vermeiden, war dieser negative Effekt bei den Nichtweizenwaffeln nicht auffällig. Stattdessen jedoch ergab sich neben einer Viskositätssenkung eine gleichmäßige Bräunung der Waffeln, die von Fall zu Fall erwünscht sein kann, um eine ansprechende Farbe zu erzielen.

Die Struktur der Nichtweizenwaffeln ähnelt sehr der der Weizenwaffeln, woraus sich schließen lässt, dass das Kleberprotein bei der Strukturbildung keine Rolle spielt. Waffeln sind eher verfestigte Schäume als Protein-Stärke-Netzwerke mit eingelagertem Gas.

Geschmacklich weichen diese grundsätzlich auch Gluten-freien Waffeln kaum von den Weizenbasierten Waffeln ab. Sie wären daher insbesondere in Waffelriegeln mit z.B. nusshaltigen Fettfüllungen eine denkbare Alternative.



Dr. Lutz Popper hat Lebensmitteltechnologie an der Technischen Universität Berlin studiert und anschließend mit einer Arbeit über die Gewinnung und Anwendung antimikrobieller Enzyme promoviert. Seit 1993 arbeitet er für Mühlenchemie GmbH & Co. KG als Leiter der Forschung und Entwicklung und seit 2022 als Wissenschaftlicher Leiter im Bereich Enzyme und Mehl der Stern-Wywiol Gruppe. Bereits seit 1997 wirkt er außerdem als Gastdozent des Bereichs Lebensmitteltechnologie an der Christian Albrecht Universität zu Kiel, 2015 hat er einen fortbestehenden Lehrauftrag an der Beuth-

Hochschule in Berlin (jetzt Berliner Hochschule für Technik) erhalten. Mehr als 200 Artikel, Fachbuchkapitel und Vorträge sowie zwei Bücher konnte er bisher zur Lebensmittelwissenschaft beitragen.

3.3. **Peter Köhler**, Esslingen, D

Untersuchungen zur Bildung von Chlormequat und Mepiquat bei der Herstellung von Bio-Brotten und beim Rösten von Bio-Weizen

Peter Köhler, Max Moser und Bärbel Kniel

biotask AG, Schelztorstraße 54-56, D-73728 Esslingen

Die Pflanzenbehandlungsmittel Chlormequat und Mepiquat sind in der EU in allen Mitgliedsstaaten zur Verwendung im Getreideanbau für alle Getreidearten zugelassen. Sie werden als Wachstumsregulatoren, auch Halmverkürzer genannt, eingesetzt. Sie hemmen das Längenwachstum der Getreidepflanzen und verkürzen dadurch hauptsächlich die Halmlänge, verstärken aber auch den Halm. Für das geerntete Getreide existieren Höchstgehalte für beide Wachstumsregulatoren auf EU-Ebene. Mehrjährige Daten aus dem Europäischen Getreidemonitoring zeigen, dass diese Wirkstoffe, insbesondere aber Chlormequat, regelmäßig in Getreide zu finden sind, die Höchstgehalte in den meisten Fällen aber nicht annähernd erreicht werden.

Bei Bio-Getreide ist der Einsatz von Halmverkürzern untersagt. In Deutschland existieren seit vielen Jahren Orientierungswerte für Pestizide in Bio-Produkten, herausgegeben vom Bundesverband Naturkost Naturwaren. Darin wird beschrieben, wie mit möglichen Pestizidbefunden in diesen Erzeugnissen umzugehen ist. Sie haben sich in der Praxis weitgehend durchgesetzt. Danach liegt der Orientierungswert für Rückstände an Chlormequat und Mepiquat bei 10 µg/kg (0,01 mg/kg), bezogen auf das unverarbeitete Ausgangsprodukt, in diesem Fall Getreidekörner. Ist dieser Wert bei Bio-Getreide überschritten, ist mit Beanstandungen zu rechnen.

Es gibt indes Erkenntnisse, dass Chlormequat und Mepiquat als Prozesskontaminanten bei der thermischen Behandlung von Lebensmitteln gebildet werden können. In der Literatur ist beschrieben, dass Mepiquat bei der Kaffeeröstung, beim Backen von Gemüse, Kartoffeln und Pommes Frites sowie beim Rösten von Gersten- und Roggenkörnern entstehen kann. Die gebildeten Gehalte können über dem Orientierungswert für Bio-Produkte von 10 µg/kg liegen. Für geröstete dunkle Bio-Gerstenmalze ist, abhängig von den Röstbedingungen, die Bildung von Chlormequat bis zu 60 µg/kg und Mepiquat bis zu 90 µg/kg beschrieben. Die Bildung von Chlormequat und Mepiquat bei der Herstellung von Brot ist bisher in der Literatur noch nicht beschrieben.

Um die bisherigen Erkenntnisse zur thermisch induzierten Bildung von Chlormequat und Mepiquat zu ergänzen bzw. zu erweitern, wurden Röstversuche mit konventionellem und Bio-Weizen durchgeführt und aus Bio-Roggen- und Bio-Weizenmehlen unterschiedlich lange gebackene Brote hergestellt. In allen Rohstoffen und Produkten wurden die Gehalte an Chlormequat und Mepiquat durch Stabilisotopenverdünnungsanalysen mittels LC-MS/MS bestimmt.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass Chlormequat und Mepiquat bei der Röstung von Getreide und bei der Herstellung von Brot als Prozesskontaminanten entstehen, wobei Mepiquat bei Temperaturen über 200 °C verstärkt gebildet wird, während die Bildung von Chlormequat bei ca. 200 °C ein Optimum durchläuft und bei höheren Temperaturen wieder abnimmt. Bei Brot wird Chlormequat hauptsächlich an der Oberfläche, also in der Kruste, gebildet, wobei die Höhe der Temperatur und lange Erhitzungszeiten die Bildung begünstigen. Auch die Zutaten oder die Zusammensetzung der Rohstoffe können eine Rolle für die Bildung von Chlormequat spielen, weil der Zusatz oder die Anwesenheit von Lecithin (Phosphatidylcholin) dessen Bildung zu begünstigen scheint. Aus Bio-Rohstoffen, in denen weder Chlormequat noch Mepiquat nachweisbar sind, können daher Chlormequat und Mepiquat als Prozesskontaminanten mit

Gehalten gebildet werden, die den Orientierungswert für Bio-Rohstoffe von 10 µg/kg überschreiten. Insbesondere getreidebasierte Lebensmittel, die einen Röstprozess durchlaufen und Brote, die bei hoher Temperatur lange gebacken werden und hohe Krustenanteile aufweisen, sind davon betroffen. Unnötige Beanstandungen oder Untersuchungen können durch diese Erkenntnisse vermieden werden.



Prof. Dr. Peter Köhler ist Lebensmittelchemiker und promovierte 1992 an der Technischen Universität München (TUM). Er habilitierte sich 1999 an der TUM und ist seit 2007 apl. Professor für das Fach Lebensmittelchemie an der Fakultät Chemie der TUM. Von 1992 – 2017 forschte auf dem Gebiet der Technofunktionalität als auch zu Unverträglichkeiten bei Getreide. Seit 2017 verstärkt er als Technischer Leiter und Projektbearbeiter das Team der biotask AG in Esslingen am Neckar.

3.4. **Nele Brand**, Halle, D Mikrobielle Modifikation von Stärke in Sauerteig

N. Brand, Halle (Saale), D. Wefers, Halle (Saale)

Sauerteig ist ein Teig, in dem sich Mikroorganismen (i.d.R. vor allem Milchsäurebakterien und Hefen) in einem aktiven oder reaktivierbaren Zustand befinden [1]. Diese Mikroorganismen setzen die im Teig enthaltenen fermentierbaren Zucker zu organischen Säuren und Kohlenstoffdioxid um, die wiederum das Aromaprofil des Brotes beeinflussen und als Triebmittel wirken [2]. Für einige der in Sauerteig vorkommenden Milchsäurebakterien wird postuliert, dass sie 4,6- α -Glucanotransferasen exprimieren [3,4]. Diese im Jahr 2011 erstmalig beschriebenen Enzyme der Enzymfamilie GH70 sind in der Lage, Glucoseeinheiten auf Maltooligosaccharide und Stärke zu transferieren [5,6]. Dabei fungieren die Stärkemoleküle sowohl als Akzeptor als auch als Donormoleküle. 4,6- α -Glucanotransferasen spalten eine α -1,4-verknüpfte Glucopyranose vom nichtreduzierenden Ende des Donorsubstrats ab und übertragen diese unter Bildung einer α -1,6-Verknüpfung auf das nichtreduzierende Ende eines Akzeptormoleküls [7]. Da Stärkemoleküle, die bereits eine α -1,6-verknüpfte Glucopyranose am nichtreduzierenden Ende gebunden haben, bevorzugt als Akzeptormoleküle fungieren, bildet sich am nichtreduzierenden Ende eine Kette aus α -1,6-verknüpften Glucoseeinheiten [8]. Der α -1,6-verknüpfte Teil der gebildeten „Isomalto-/Malto-Polysaccharide“ (IMMPs) sowie in deren direkter Nachbarschaft lokalisierte α -1,4-Verknüpfungen haben die Eigenschaft, dass sie durch die menschliche Verdauung nicht gespalten werden können und fungieren somit als lösliche Ballaststoffe [8,9]. Die Auswahl geeigneter Milchsäurebakterienstämme als Starterkulturen und eine gezielte Anpassung der Führungsbedingungen bieten somit die Möglichkeit, die IMMP-Synthese im Sauerteig zu forcieren und so den Ballaststoffgehalt im Brot zu erhöhen. Auch ein Einsatz von 4,6- α -Glucanotransferasen im Teig könnte zur IMMP-Synthese verwendet werden. Hier entfällt die Deklarationspflicht, da die Enzyme während des Backvorgangs denaturieren und so ihre Funktionalität verlieren. Somit besteht die Möglichkeit, durch die bakterielle oder enzymatische Synthese von IMMPs den Ballaststoffgehalt in Broten zu erhöhen, ohne von Verbrauchern wenig akzeptierte Zusatzstoffe deklarieren zu müssen.

Das Ziel des Projektes ist es daher, geeignete Milchsäurebakterienstämme für die Bildung von IMMPs im Sauerteig auszuwählen und die bakterielle und enzymatische Synthese genauer zu untersuchen, um die bestmöglichen Reaktionsbedingungen für eine hohe IMMP-Synthese zu finden. Zudem sollen sowohl Reinkulturen der Milchsäurebakterien als auch die 4,6- α -Glucanotransferasen im Teigsystem angewendet werden, um die Synthese auch in der Anwendung zu optimieren.

Für die bakterielle Synthese von IMMPS wurden 14 Stämme der Gattung *Lactobacillus* ausgewählt, die ursprünglich aus Sauerteig isoliert wurden und von denen vermutet wird, dass sie eine 4,6- α -Glucanotransferase exprimieren. Mithilfe dieser Stämme erfolgte eine fermentative Synthese von IMMPS aus verschiedenen Maltodextrinen. Die erhaltenen Fermentationsprodukte wurden von den Bakterien getrennt, mit 80 Vol.-% Ethanol gefällt und nach einem Gefriertrocknungsschritt weiter charakterisiert. Der Anteil an α -1,6-Verknüpfungen in den IMMPS konnte mithilfe der $^1\text{H-NMR}$ -Spektren abgeschätzt werden. Die Anteile der α -1,6-Verknüpfungen in den mit Ethanol ausgefällten Fermentationsprodukten lagen zwischen 15 und 35 %. Dabei zeigte sich, dass der Anteil der α -1,6-Verknüpfungen sowohl von der Größe der Maltodextrine, aus denen die IMMPS synthetisiert wurden, als auch vom verwendeten Stamm abhängig ist. Weiterhin folgte eine Größenabschätzung der IMMPS mithilfe von Hochleistungsgrößenausschlusschromatographie. Dabei stellte sich heraus, dass nur ein geringer Anteil der IMMPS eine Molekülgröße aufweist, die sich deutlich von der Größe der für die Synthese verwendeten Maltodextrine unterscheidet. Der Großteil der IMMPS besitzt eine ähnliche Molekülgröße wie die Maltodextrine.

Die meisten der ausgewählten Stämme eignen sich somit grundsätzlich für eine Erhöhung des Anteils an α -1,6-Verknüpfungen und die vielversprechendsten Stämme wurden für weiterführende Versuche ausgewählt.

Literatur

- [1] Leitsätze für Brot und Kleingebäck. In: *Deutsches Lebensmittelbuch*, **May 19, 2021**.
- [2] Hansen, B.; Hansen, Å. Volatile compounds in wheat sourdoughs produced by lactic acid bacteria and sourdough yeasts, **1994**. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung*, 198, 202–209.
- [3] Meng, X.; Gangoiti, J.; Kok, N. de; van Leeuwen, S. S.; Pijning, T.; Dijkhuizen, L. Biochemical characterization of two GH70 family 4,6- α -glucanotransferases with distinct product specificity from *Lactobacillus aviarius* subsp. *aviarius* DSM 20655, **2018**. *Food chemistry*, 253, 236–246.
- [4] Gangoiti, J.; van Leeuwen, S. S.; Gerwig, G. J.; Duboux, S.; Vafiadi, C.; Pijning, T.; Dijkhuizen, L. 4,3- α -Glucanotransferase, a novel reaction specificity in glycoside hydrolase family 70 and clan GH-H, **2017**. *Scientific reports*, 7, 39761.
- [5] Kralj, S.; Grijpstra, P.; van Leeuwen, S. S.; Leemhuis, H.; Dobruchowska, J. M.; van der Kaaij, R. M.; Malik, A.; Oetari, A.; Kamerling, J. P.; Dijkhuizen, L. 4,6- α -Glucanotransferase, a novel enzyme that structurally and functionally provides an evolutionary link between glycoside hydrolase enzyme families 13 and 70, **2011**. *Applied and environmental microbiology*, 77, 8154–8163.
- [6] Bai, Y.; Böger, M.; van der Kaaij, R. M.; Woortman, A. J. J.; Pijning, T.; van Leeuwen, S. S.; van Lammerts Bueren, A.; Dijkhuizen, L. *Lactobacillus reuteri* strains convert starch and maltodextrins into homoexopolysaccharides using an extracellular and cell-associated 4,6- α -glucanotransferase, **2016**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64, 2941–2952.
- [7] Bai, Y.; van der Kaaij, R. M.; Leemhuis, H.; Pijning, T.; van Leeuwen, S. S.; Jin, Z.; Dijkhuizen, L. Biochemical characterization of the *Lactobacillus reuteri* glycoside hydrolase family 70 GTFB type of 4,6- α -Glucanotransferase enzymes that synthesize soluble dietary starch fibers, **2015**. *Applied and environmental microbiology*, 81, 7223–7232.
- [8] Leemhuis, H.; Dobruchowska, J. M.; Ebbelaar, M.; Faber, F.; Buwalda, P. L.; van der Maarel, M. J. E. C.; Kamerling, J. P.; Dijkhuizen, L. Isomalto/malto-polysaccharide, a novel soluble dietary fiber made via enzymatic conversion of starch, **2014**. *Journal of agricultural and food chemistry*, 62, 12034–12044.
- [9] Gu, F.; Borewicz, K.; Richter, B.; van der Zaal, P. H.; Smidt, H.; Buwalda, P. L.; Schols, H. A. In vitro fermentation behavior of isomalto/malto-polysaccharides using human fecal inoculum indicates prebiotic potential, **2018**. *Molecular nutrition & food research*, 62, 1-16.



Nele Brand, von 2013 bis 2016 habe ich eine Ausbildung zur Chemielaborantin bei der Bayer Pharma AG in Berlin absolviert. Anschließend begann ich im Oktober 2016 mein Studium der Lebensmittelchemie an der Martin-Luther-Universität in Halle-Wittenberg und habe dies 2021 mit dem Diplom abgeschlossen. Seit Juni 2021 arbeite ich als Doktorandin im Arbeitskreis von Prof. Dr. D. Wefers an der enzymatischen und bakteriellen Modifikation von Stärke in Sauerteig.

3.5. **Tamara Schmid**, Wädenswil, CH Partikel stabilisierte Schäume in glutenfreien Backwaren

Brot bildet einen zentralen Teil unserer Ernährung und wird in vielen Kulturen täglich zum Essen serviert. Weizen ist dabei oft das Rohmaterial der Wahl, da das weizeneigene Protein Gluten über netzwerkbildende Eigenschaften verfügt, die es erlauben, die gewünschte luftige Struktur und elastische Textur von Brot zu erzielen. Gleichzeitig ist eine steigende Anzahl Konsumenten an glutenfreien Broten interessiert, sei es aus gesundheitlichen Gründen oder aus persönlicher Präferenz. Oft enthalten solche glutenfreien Brote diverse Zutaten von Ölen über Ei bis zu Stabilisatoren, die dazu dienen, das fehlende Glutennetzwerk zu ersetzen. Durch diese Zutaten wird das Nährwertprofil in den meisten Fällen negativ beeinflusst.

Im vorliegenden von Innosuisse finanzierten Projekt wurden alternative glutenfreie Brote auf Basis eines neuen technologischen Ansatzes getestet. Das Ziel war, glutenfreie Brote mit optimalen sensorischen Eigenschaften zu erzielen und dies ohne oder mit minimaler Zugabe von Zusatzstoffen. Der gewählte technologische Ansatz beruht auf der Herstellung eines hochstabilen partikelstabilisierten Schaumes auf Basis eines Teils der Brotrezeptur. Dieser Schaum wird im Anschluss mit dem Rest der Zutaten vermengt und soll dank seiner hohen Scher- und Temperaturreistenz sowohl den Knet- als auch den Backprozess überdauern.

In einem ersten Arbeitspaket wurden im Labormassstab verschiedene Partikel auf ihre Eignung zur Stabilisierung der Schäume getestet. Die getesteten Partikel gingen dabei von mikrokristalliner Cellulose über Sojaproteine bis hin zu feinstvermahlenden Ölsaaten. Die Partikel, welche zur besten Schaumqualität und -stabilität führten, wurden in einem zweiten Arbeitspaket verwendet, um im Pilotmassstab die Schaumherstellung zu optimieren und diese auf ihre Scher- und Hitzestabilität hin zu testen. Dabei zeigte sich, dass die Schäume Scherung in der Grössenordnung einer Knetung problemlos überdauern können und dass die mittleren Blasengrößen der Schäume dabei nur leicht ansteigen. Mikroskopische Untersuchungen zeigten eindrücklich, dass die Schäume eine Erhitzung bis zu einer Temperatur von 80 °C überdauern können. Da ab dieser Temperatur die Stärke ausreichend verkleistert ist, um die Stabilisierung der Struktur zu übernehmen, ist dieses Resultat äusserst vielversprechend. Im abschliessenden Arbeitspaket wurden die besten Schäume verwendet, um Brote zu backen und mit kommerziell erhältlichen glutenfreien und glutenhaltigen Broten zu vergleichen sowie mit selbst gebackenen glutenfreien Broten mit und ohne Zusatzstoffe. Dabei zeigte sich, dass der Einsatz von partikelstabilisierten Schäumen die Struktur im Vergleich zu glutenfreien Broten ohne Zusatzstoffe massgeblich verbessern kann, jedoch nicht restlos an die Struktur von glutenfreien Broten herankommt, welche Stabilisatoren enthalten.

Die erzielten Resultate sollen in einem Folgeprojekt genutzt und die Technologie gemeinsam mit Backwarenherstellern zur Marktreife gebracht werden.



Tamara Schmid studierte Lebensmitteltechnologie an der Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften (ZHAW) und hat ihren Master in Life Sciences mit der Vertiefung «Food and Beverage Innovation» abgeschlossen. Zurzeit arbeitet sie an der ZHAW in der Forschungsgruppe Lebensmitteltechnologie. Nebst der Betreuung von studentischen Arbeiten und Durchführung von Praktika im Bereich der Lebensmittelherstellung, arbeitet sie in Forschungsprojekten mit Fokus auf Schäume und Emulsionen im Bereich Backwaren und Süswaren.

3.6. **Michael Seitter**, Illertissen, D Ein innovativer Ansatz von Clean Label Kuchen Formulierung

Alle Konsumenten sind sich beim Thema Essen einig, Lebensmittel müssen gut schmecken. Was aber genau in den Einkaufskorb und auf den Tisch kommt, entscheidet jeder nach seinen Vorlieben, Gewohnheiten und alltäglichen Anforderungen.

Auf der einen Seite wächst das Verständnis für eine gesunde, ausgewogene Ernährung. Gleichzeitig verzichten jedoch immer mehr Menschen auf kontrollierte Essgewohnheiten mit strengen Regeln oder Verboten. Das Konzept von gutem und schlechtem Essen wird immer weniger wichtig. Die Kombination aus Genuss, Gesundheit und Gemeinschaft in der heutigen Welt zeigt, dass sich immer mehr Menschen über die Art und Weise ihrer Ernährung definieren. Somit sind Gesundheit, Convenience und Nachhaltigkeit wichtige Trends im Lebensmittelmarkt, die Unternehmen auf vielfältige Weise in ihr Produktangebot einfließen lassen. Hinzukommen viele weitere Trends wie u.a. Natürlichkeit und Regionalität. Vegetarische, vegane oder laktosefreie Produkte erfreuen sich wachsender Beliebtheit, gleiches gilt für den Trend „Clean Label“, wobei Clean Label ein anhaltender Trend mit stark steigenden Zahlen an Produkteinführungen ist (Williams, L. A., 2019). Es gibt jedoch bisher keine definierten Richtlinien oder Verordnung was Clean Label bedeutet. Um Vertrauen beim Verbraucher aufzubauen, sollte die Behauptung gerechtfertigt sein. Als ein konsequenter Ansatz wäre die Schlussfolgerung, dass Clean Label als vollständig E-frei definiert wird.

Aktuell werden industriell sowie handwerklich produzierte Kuchen, wie Biskuits, häufig im All-in-Verfahren effizient, sicher und zuverlässig hergestellt. Hierbei werden die Massen in einem Schritt, ohne Trennen von Eigelb und Eiweiß unter Verwendung von Emulgatoren aufgeschlagen. (Schuster G., Emulgatoren in Lebensmittel, Seite 353, Springer Verlag, Berlin 1985). Bei diesen schaum-basierten Massen wird u.a. zwischen Schaumbildung und Schaumstabilisierung unterschieden. In schaum-basierten Kuchensystemen reduzieren Emulgatoren die Oberflächenspannung und ermöglichen dadurch den Lufteinschlag, sowie stabilisieren den Schaum an der Luft – Wasser Grenzfläche (Hasenhuettel &Hartel, 2008).

Neben Emulgatoren sind auch Proteine für Ihre schäumende Wirkung bekannt. Eigene Versuche zeigen, dass hydrolysiertes Kasein gegenüber Kasein und Eiklar deutlich stärker die Oberflächenspannung senkt. Weiter konnte eine mit Emulgatoren-basierenden Systeme vergleichbare Aufschlagscharakteristik in Bezug auf Aufschlagszeit und Massendichte erreicht werden. Die Massenstabilität vor dem Backen kann als ausreichend charakterisiert werden. Nach dem Backen zeigen sich vergleichbare Kuchenvolumina mit einer weichen, elastischen und stabilen Krumen-Struktur. Die Ergebnisse eröffnen die Möglichkeit einer einfachen und sicheren Herstellung von „clean-label“ Biskuits im All-in-Verfahren mit vergleichbarer Qualität von Emulgator basierten Systemen.

Referenz

Williams, L. A. (2019). Food Technology, Vol. 73, Nr.3

Schuster, G. (1985). Emulgatoren für Lebensmittel, Springer Verlag, Berlin.

Hasenheuttl, G. L., & Hartel, R. W. (2008). Food emulsifiers and their applications (2nd ed.). New York, NY, USA: Springer.



Michael Seitter, hat nach der Ausbildung zum Bäcker 1997, das Studium der Lebensmitteltechnologie in Stuttgart Hohenheim begonnen und im Anschluss am Lehrstuhl für Lebensmittelmikrobiologie und Hygiene promoviert. Seit 2006 ist er bei der BASF Personal Care und Nutrition GmbH, ehemals Cognis GmbH, in Illertissen angestellt. Hier arbeitete er in mehreren Abteilungen von der Anwendungstechnologie über das Produktmanagement, sowie im Technischen Marketing. Aktuell ist er im technischen und kommerziellen Verkauf tätig.

4. Klimawandel/Nachhaltigkeit

4.1. **Mathias Nachtmann**, Illertissen, D

Nachhaltiger oder produktiver – wie digitale Landwirtschaft helfen kann Zielkonflikte aufzulösen am Beispiel Stickstoff-Effizienz, Protein-Ertrag und CO₂e Fußabdruck

Ziel des Vortrags ist es, ein digital unterstütztes Gersten-Anbausystem vorzustellen und die Übertragbarkeit auf Brotweizen zu diskutieren. Ausgangssituation für „better barley“ war die Frage, wie lässt sich der Proteingehalt von Braugerste (9,5 – 11,5%) erreichen und gleichzeitig der CO₂e Fußabdruck der Gerstenproduktion auf dem Acker reduzieren. Die Herausforderung bestand darin, so viel wie nötig Stickstoff für Ertrags- und Proteinbildung zu düngen und so wenig wie möglich Stickstoff zu düngen, um den CO₂e Fußabdruck zu reduzieren. Zur Information: Stickstoff ist für über 60% der CO₂e Emissionen eines Braugerstenackers verantwortlich (insb. Düngemittelproduktion sowie Lachgas-Emissionen).

Im Better Barley Anbausystem liegt der Fokus auf der Stickstoffdüngung. Konkret wurden folgende Komponenten eingesetzt: 1) Variable Düngung auf Basis historischer Ertragszonen und 2) Einsatz von Nitrifikationshemmern. Zudem wurde mit Unterstützung von Rauch Landmaschinenfabrik auf eine sehr hohe Auflösung der Düngemassnahme Wert gelegt. Und mit Unterstützung von John Deere wurde die Erntemenge, sowie Protein und Stärkegehalt am Ende der Saison gemessen. Aus diesen Informationen kann die Stickstoff-Effizienz sowie der CO₂e Fussabdruck errechnet werden.

Der Anbau über die letzten zwei Jahre hat gezeigt, dass a) der Ziel-Proteingehalt erreicht sowie Stickstoff und CO₂e eingespart werden konnte. Diese positiven Ergebnisse in Braugerste werden aktuell auf andere Anbauregionen und Bodenarten übertragen.

Agronomisch sind Braugerste und Brotgetreide, insb. bezüglich Ertrags- und Proteinbildung sehr gut vergleichbar. Für die Preisbildung der beiden Getreide ist unter anderem der Proteingehalt entscheidend. Für Braugerste gilt ein enges Proteinband zwischen 9,5 – 11,5%. Liegt der Proteingehalt darüber oder darunter, kann die Gerste nur als Futtergerste, häufig mit großen Abschlägen vermarktet werden. Im Unterschied dazu gilt für Brotgetreideklassen vereinfacht, je höher der Proteingehalt, desto höher die Qualitätsstufe (Brotweizen, Aufmisch-Weizen, Elite-Weizen). Vor diesem Hintergrund sind wir interessiert, die Übertragbarkeit von „Better Barley“ auf „Better Wheat“ zu diskutieren, die Anforderungen aus Sicht der Angewandten Getreidewissenschaften zu verstehen und wenn relevant, einen entsprechenden Piloten in Backweizen zu etablieren.



Dr. Matthias Nachtmann hat Agrarwissenschaften und Umweltsicherung an der Justus Liebig Universität in Gießen studiert und am Lehrstuhl für Produktionsökonomie der Carl von Ossietzky Universität in Oldenburg promoviert. Er entwickelt seit über 25 Jahren Geschäft mit neuen Technologien für eine nachhaltige, produktive Landwirtschaft. In diesem Zusammenhang war er als Unternehmensberater und in der Landtechnik-, Züchtung- und Pflanzenschutz-Industrie tätig. Aktuell arbeitet er zusammen mit Landwirten und Unternehmen der Agrar- und Ernährungswirtschaft an der Entwicklung neuer Produktionssysteme, die messbar Erträge sichern und Umweltauswirkungen reduzieren. Er ist Vorstand des Fördervereins Digital Farming e.V., Aufsichtsrat von Cloudfarms AS, Kurator von Fraunhofer IESE und Co-Herausgeber des Handbook Digital Farming.

4.2. **Rubina Rumler**, Wien, **A** 3 Jahre Projekt Klimatech: Erkenntnisse und Ausblick

Das Projekt Klimatech ist ein innovatives Forschungsprojekt, welches an der Universität für Bodenkultur Wien am Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie (Institut für Lebensmitteltechnologie) durchgeführt wird. Das Projekt hat eine Laufzeit von 3 Jahren (2020-2022) und wird von der Österreichischen Förderungsgesellschaft FFG gefördert. Das Forschungsvorhaben setzt sich mit einem Einsatz von klimafreundlichen Körnerfrüchten in (Fein)backwaren auseinander. Die Idee des Projektes kam auf, nachdem besonders im Jahr 2018 die Weizenernte Ernterückgänge und Qualitätsveränderungen aufzeichnete, die durch die Auswirkungen des Klimawandels (heiße und trockene Sommer) verursacht wurden. Der Weizen wies im Jahr 2018 eine besonders hohe Elastizität (hoher Glutengehalt) auf, sodass es zu Schwierigkeiten bei der Verarbeitung von gewissen Backwarenprodukten kam. Durch eine Beimischung von klimaresistenten und Gluten-freien Getreidearten zu Weizen soll der Elastizität entgegengewirkt werden, sowie auch neuartige Produkte entwickelt werden. Im Projekt wurde mit Sorghum, Hirse, Amaranth und Buchweizen gearbeitet, wobei der Fokus auf Sorghum lag. Die neuartigen Getreidesorten sollen den Weizen nicht ersetzen, sondern ergänzen. Um neuartige Getreidearten in die Westliche Backwarenindustrie zu inkludieren, kam es zu einigen Fragen, an denen in den letzten 3 Jahren geforscht wurde. Um an eine Sorghumernte heranzukommen, wurde eng mit den Landwirtschaftskammern Oberösterreich, Niederösterreich und Burgenland zusammengearbeitet. In den letzten Jahren konnte ein Sorghumertrag von etwa 9t/ha festgestellt werden. Nachdem Sorghum bei uns bislang unbekannt war, stellte sich die nächste Frage, wie die Vermahlungseigenschaften von Sorghum sind. Um dies zu testen wurden Versuche mit Steinmühlen und Walzenmühlen durchgeführt. Die Mehle wurden anschließend chemischen Analysen unterzogen. Hier konnte festgestellt werden, dass Sorghum auf den in Österreich bestehenden Weizenmühlen ohne technische Adaptierungen vermahlen werden konnte. [Für mehr Informationen bezüglich der Sorghumvermahlung siehe Publikation: *Rumler et al. "Chemical and physical characterization of sorghum milling fractions and sorghum whole meal flours obtained via stone or roller milling." Foods 10.4 (2021): 870.*] Dadurch, dass es eine große Vielfalt an Sorghumsorten gibt, war es wichtig verschiedene Sorghumsorten chemisch und physikalisch zu analysieren. Es konnte bestätigt werden, dass es nicht nur optische Unterschiede (Kornfarbe) zwischen den Sorghumsorten gab, sondern auch ernährungsphysiologische Unterschiede (Protein-, Fett-, Stärke-, Asche- und Polyphenolgehalte). Die teigrheologischen Versuche zeigten, dass manche Sorten mehr Wasser bei einer Teigverarbeitung benötigten als andere. Um die Sorghumsorten backtechnologisch zu untersuchen wurden verschiedene Standardrezepturen ausgeführt. Hier konnte mit manchen Sorghumsorten bessere Endproduktqualitäten erreicht werden, als mit anderen. Weiters zeigten auch sensorische Versuche, dass ausgewählte Sorghumsorten vielversprechend für die Humanernährung seien. Parallel wurden auch die anderen Körnerfrüchte (Hirse, Amaranth und Buchweizen) in den genannten Bereichen getestet. Hier zeigte vor allem auch die Hirse vielversprechende Ergebnisse hinsichtlich der Backtechnologie auf. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Potential von Alternativgetreide in der Europäischen Backwarenindustrie jedenfalls gegeben ist. Weitere Schritte für die Inkludierung von Sorghum, Hirse, Amaranth und Buchweizen in die Westliche Backwarenindustrie könnten Analysen von weiteren Sorten oder Rezepturanpassungen sein.



Rubina Rumler hat an der Universität Wien Ernährungswissenschaften im Bachelor und Master (Fokus Lebensmittelqualität und -sicherheit) studiert. Seit 2020 arbeitet sie am Institut für Lebensmitteltechnologie an der Universität für Bodenkultur in Wien. Hier ist als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Projekt „Klimatech – Der Einsatz von alternativen Getreidekörnern in Weizen(fein)backwaren“ beschäftigt, in welchem sie auch ihre Dissertation verfasst.

5. Unverträglichkeiten

5.1. Peter Stehle, Bonn, D

Nicht-allergene Unverträglichkeiten bei Verzehr von Weizen - Übersicht und wissenschaftliche Bewertung

Unter dem Begriff „*non-coeliac wheat sensitivity*“ (NCWS) werden eine Reihe von klinischen Symptomen („Unverträglichkeiten“) zusammengefasst, über die nach (wiederholtem) Verzehr von Weizen-haltigen Produkten die Konsumentinnen und Konsumenten subjektiv berichten oder (weniger häufig) die durch objektive Diagnostik durch Dritte belegt werden. Ursprünglich wurden diese Beschwerden als „*non-coeliac gluten sensitivity*“ (NCGS) definiert; da bisher jedoch keine vertrauenswürdigen Belege für Gluten als (alleinigem) auslösendem Faktor erbracht werden konnten, erfolgte die Umbenennung - und damit die Suche nach möglichen (weiteren) Komponenten im Weizen, die Unverträglichkeiten zur Folge haben.

Zu den am häufigsten genannten Symptomen gehören gastrointestinale Störungen wie Blähungen, Durchfälle/dünne Stühle, Schmerzen in Muskel und Gelenken, generelle Müdigkeit, Depressionen und Beklemmungen. Viele dieser Symptome treten auch beim so genannten Reizdarmsyndrom („*Irritable Bowel Syndrome*“, IBS), was eine korrekte Zuordnung zu einem der beiden Gesundheitsstörungen erschwert.

Nachweis und Häufigkeit

Im Rahmen eines internationalen Meetings im Jahr 2014 zum Thema „*Gluten related disorders*“ in Salerno/Italien verständigten sich Expertinnen und Experten auf ein standardisiertes Vorgehen zur Diagnostik von NCGS bzw. NCWS. Als erste Empfehlung wurde die oben beschriebene (schrittweise) Umbenennung in NCWS ausgesprochen; die nachfolgend entwickelten diagnostischen Kriterien fokussieren jedoch noch primär auf die Rolle von Gluten. Die entsprechende Vorgehensweise wurde 2015 veröffentlicht.

Grundlegende Komponente einer objektiven Diagnostik ist dementsprechend die (sehr zeit- und arbeitsaufwändige) Durchführung eines mehrwöchigen Ernährungsprotokolls mit dem Ziel, das Auftreten von bekannten Symptomen zu dokumentieren. Nach Ausschluss einer Zöliakie und einer Weizenallergie mittels diagnostischen Routineverfahren konsumieren die Patientinnen und Patienten mit einer vermuteten NCWS eine „übliche“ Gluten-(Weizen-)haltige Kost für mindestens 6 Wochen. Mit Hilfe eines wöchentlich auszufüllenden Fragebogens (modifizierte Form des „*Gastrointestinal Symptom Rating Scale*“ incl. einer „*Numerical Rating Scale*“ [Stärke der Symptome: 1-10]) wird das Auftreten vorgegebener „klassischer“ Symptome erfasst. Danach beginnt eine 6-wöchige Gluten-(Weizen-)freie Ernährung; hierzu erhalten die Patientinnen und Patienten eine umfangreiche diätetische Beratung durch Fachpersonal. Wöchentlich werden wiederum die auftretenden Symptome und ihre Stärke dokumentiert. Als „*Responders*“ sind Patientinnen und Patienten definiert, die eine Reduktion (mindestens um 30%) im Auftreten der unter üblicher Kost aufgetretenen 1 bis 3 Hauptsymptome (ohne gleichzeitige Verstärkung anderer Symptome!) an mindestens der Hälfte der Fragebogen-Erhebungen zeigen. Responders erhalten danach die eigentliche „*gluten challenge*“: in einer doppelblinden, Placebo-kontrollierten Intervention erhalten die Teilnehmenden zunächst für eine Woche täglich 8 g Gluten als

Bestandteil von gekochten Mahlzeiten; nach einwöchigem „*washout*“ mit einer strikten Gluten- (Weizen-)freien Kost erfolgt eine zweite „Gluten-Woche“. Als ‚positives‘ Ergebnis (Auslösen von NCWS) wird eine Zunahme von mindestens 30% bei mindestens einem Hauptsymptom eingestuft.

Die Vertrauenswürdigkeit der Ergebnisse von Ernährungsinterventionen hängt unabdingbar von der „*Compliance*“ der Teilnehmenden ab. Dies gilt natürlich in besonderer Weise, wenn die Intervention zur (vorhersehbaren und gewünschten) Entwicklung von unangenehmen klinischen Symptomen führt. Im Rahmen der vorgeschlagenen Diagnostik sind (leider) keine Kriterien definiert, wie die Compliance objektiv erfasst werden kann. Bis heute sind keine klinisch-chemischen Biomarker bekannt, die zur spezifischen Diagnostik von NCWS eingesetzt werden können. Konsequenterweise ist die Vertrauenswürdigkeit des international empfohlenen Diagnosevorgehens zumindest zu hinterfragen.

Angaben zur Häufigkeit von NCWS schwanken zwischen 1 und 10% der Gesamtbevölkerung. In den wenigen verfügbaren Erhebungen beziehen sich die Daten meist auf einer Selbsteinschätzung der Befragten; Kontrolluntersuchungen zeigen, dass die berichteten Symptome nach Weizenkonsum objektiv auf einer (vorher nicht diagnostizierten) Zöliakie bzw. Weizenallergie zurückzuführen waren.

Ätiologie von NCWS – aktuelle Erkenntnisse

Eine abschließende Bewertung, welcher Faktor/welche Faktoren ursächlich für das Auftreten von NCWS verantwortlich ist/sind, ist bisher nicht möglich. Neben Gluten werden häufig nicht-Gluten-Proteine (z.B. Lektine, „*amylase/trypsin inhibitors*“ [ATI]) und so genannte FODMAPs als Auslöser diskutiert.

Lektine sind in nahezu allen (Nutz-)Pflanzen und deren Samen, Nüssen und Früchten vorkommende Proteine, die als Schutz vor Fraßfeinden und Pathogenen gebildet werden. Lektine binden effektiv Kohlenhydrate und dienen zur Erkennung von Fremdzellen und -proteinen. Die Mehrzahl der Pflanzenlektine sind hitzeempfindlich und werden während des Kochprozesses zerstört. Eine Ausnahme bildet hier das verhältnismäßig hitzestabile Lektin des Weizens („*wheat germ agglutinin*“ [WGA]). Seit längerem wird eine „aktive“ Rolle des Lektins bei Zöliakie vermutet: durch die Bindung von (Epithel-)Zellen wird die Darmwand geschädigt und durchlässiger für beim Verdauungsprozess entstehende größere Peptide, z.B. Zöliakie-auslösende Gluten-Epitope. Möglicherweise erklärt dieser Mechanismus einige gastrointestinale Symptome von NCWS; wissenschaftliche Evidenz gibt es dafür bisher nicht.

ATIs charakterisieren sich durch eine „Blockierung“ der Aktivität von Proteasen (Abbau von Eiweiß) und α -Amylasen (Abbau von Stärke) im humanen Verdauungstrakt. ATIs sind strukturell ähnliche Proteine (Isoformen), die als Mono-, Di- oder Tetramere vorliegen. Bekannt ist deren allergisches Potenzial, z.B. als Auslöser des Bäckerasthmas und einer allgemeinen Allergie gegen Weizenproteine. Neuerdings wird eine Rolle von ATIs in der Ätiologie sowohl von Zöliakie als auch von NCWS vermutet. Möglicherweise regen ATIs die Bildung spezifischer Rezeptoren in den Zellmembranen an, die letztlich die bei NCWS häufig beobachtete Aktivierung des angeborenen Immunsystems erklären könnten.

Unter dem Oberbegriff **FODMAPs** werden Kohlenhydrate (Mono-, Di-, Oligosaccharide) und Polyole zusammengefasst, die nur in geringen Mengen absorbiert und in unteren Darmabschnitten (z.B. im Dickdarm) einer effektiven Fermentation unterliegen. Ein objektiver Nachweis, dass bekannte Hauptsymptome der NCWS (z.B. Durchfall, Muskelschmerzen) durch die Gasbildung ausgelöst werden, steht noch aus. Meist wird der Zusammenhang zwischen FODMAP-Konsum und Symptomen nur subjektiv durch die Betroffenen beschrieben.

Bewertung und Fazit

Die bisher vorliegenden wissenschaftlichen Informationen zu NCWS sind lückenhaft; es bleibt fragwürdig, ob es sich hierbei tatsächlich um ein „eigenständiges“, von anderen, nachweislich durch Gluten ausgelösten Krankheiten wie Zöliakie, IBS und Weizenallergie unterscheidbares Krankheitsbild handelt. Die vorgeschlagene Diagnostik ist aufwändig und nur teilweise objektivierbar; vertrauenswürdige Biomarker stehen (noch) nicht zur Verfügung. Zahlen zur

Häufigkeit in der Bevölkerung sind daher unzuverlässig. Vorgeschlagene Therapien richten sich an gängigen Vorgaben zur Behandlung von Zöliakie und IBS aus. Zur „Panikmache“, wie sie in Teilen der Medien verbreitet wird, besteht aus wissenschaftlicher Sicht keine Motivation. Personen, die nach dem (wiederholten) Konsum von Weizenprodukten über unerwünschte Symptome berichten, sollte eine (zeitweise) Ernährungsumstellung empfohlen werden.

Weiterführende Literatur

Brouns F, van Rooy G, Shewry P, Rustgi S, Jonkers D. Adverse reactions to wheat or wheat components. *Comp Rev Food Sci Food Safety* 2019; 18: 1437-1452

Geisslitz S, Shewry P, Brouns F, America AHP, Ismaele Caio GP, Daly M, D'Amico S, De Giorgio R, Gilissen L, Grausgruber H, Huang X, Jonkers D, Keszthelyi D, Larré C, Masci S, Mills C, Møller MS, Sorrells ME, Svensson B, Zevallos VF, Weegels PL. Wheat ATIs: Characteristics and role in human disease. *Front Nutr* 2021; 8: 667370

Bose U, Juhász A, Broadbent JA, Byrne K, Howitt CA, Colgrave ML. Identification and quantitation of amylase trypsin inhibitors across cultivars representing the diversity of bread wheat. *J Proteome Res* 2020; 19:2136–48

Catassi C, Elli L, Bonaz B, Bouma G, Carroccio A, Castillejo G, Cellier C, Cristofori F, de Magistris L, Dolinsek J, Dieterich W, Francavilla R, Hadjivassiliou M, Holtmeier W, Körner U, Leffler DA, Lundin KEA, Mazzarella G, Mulder CJ, Pellegrini N, Rostami K, Sanders D, Skodje GI, Schuppan D, Ullrich R, Volta U, Williams M, Zevallos VF, Zopf Y, Fasano A. Diagnosis of Non-Celiac Gluten Sensitivity (NCGS): The Salerno Experts' Criteria. *Nutrients* 2015; 7: 4966-4977

Rustgi S, Shewry P, Brouns, Deleu LJ, Delcour JA. Wheat seed proteins: Factors influencing their content, composition, and technological properties, and strategies to reduce adverse reactions. *Comp Rev Food Sci Food Safety* 2019; 18: 1751- 1769



Prof. Dr. Peter Stehle, nach dem Studium der Ernährungswissenschaft (Universität Hohenheim), der nachfolgenden Promotion (Dr. rer. nat.) und der Habilitation (venia legendi: Biochemie der Ernährung) wurde Prof. Stehle 1994 zum C4-Professor für Ernährungsphysiologie im Institut für Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften (IEL) der Universität Bonn berufen; seit Oktober 2021 ist er im Ruhestand. Während seiner aktiven Zeit war Prof. Stehle Institutsvorstand und insgesamt 8 Jahre Dekan der Landwirtschaftlichen Fakultät. Prof. Stehle bekleidet zahlreiche Ehrenämter (seit Juli 2022 Präsident der Deutschen Akademie für Ernährungsmedizin [DAEM]; langjähriges Mitglied des Präsidiums der Deutschen Gesellschaft für Ernährung [DGE], davon 6 Jahre als Präsident; Beiratsmitglied außeruniversitärer Forschungseinrichtungen; Editorial Board nationaler und internationaler Fachzeitschriften). Im Laufe seiner wissenschaftlichen Karriere beschäftigte sich Prof. Stehle mit verschiedenen Themen der Ernährungswissenschaft und Ernährungsmedizin: Stoffwechsel von Aminosäuren, Phytochemicals, und Calcium; Biotechnologische/Chemische Synthese von Peptiden; Entwicklung analytischer Methoden; Entwicklung von Ernährungskonzepten (Klinische Ernährung, Ernährung im Alter, Ernährung von Heranwachsenden). Herr Prof. Stehle hat seine Forschungsergebnisse in mehr als 400 Originalbeiträgen (hirsch factor: 60) und ca. 50 Buchkapiteln veröffentlicht.

5.2. Sabrina Geißlitz, Karlsruhe, D

Herausforderungen in der LC-MS/MS-Analytik von Amylase/Trypsin-Inhibitoren

Amylase/Trypsin-Inhibitoren (ATIs) können Weizensensitivität (*Non-celiac wheat sensitivity*, NCWS) auslösen und bestehende Erkrankungen verschlimmern. Die Symptome der NCWS ähneln denen der Zöliakie und treten sowohl intestinal (z.B. Blähungen, Durchfall und Bauchschmerzen) als auch extraintestinal (z.B. Kopfschmerzen, Müdigkeit) auf. Die Prävalenz wird auf bis zu 10 % der Bevölkerung geschätzt. ATIs kommen in verschiedenen Getreide- (Roggen, Gerste) und Weizenarten (Weichweizen, Hartweizen, Dinkel und Emmer) vor und entsprechen im Weizen ca. 4 % aller Proteine. Es sind verschiedene ATI-Typen bekannt, die sich in ihrer Aktivität gegen die Enzyme Amylase und Trypsin und ihrem Potential, NCWS auszulösen, unterscheiden. Die ATIs 0.19 und CM3 zählen zu den aktivsten ATIs.

Zur Quantifizierung von Proteinen eignet sich insbesondere die Flüssigkeitschromatographie-Tandem-Massenspektrometrie (LC-MS/MS). In diesem Verfahren werden die ATI-Proteine nach Extraktion, Reduktion und Alkylierung zunächst mit Trypsin zu Peptiden gespalten und anschließend mittels LC-MS/MS aufgetrennt und detektiert. Je nach Anwendung und Zielsetzung kommen zur absoluten Quantifizierung stabilisotopenmarkierte Peptidstandards zum Einsatz oder es erfolgt eine relative Quantifizierung über den Vergleich der Peptidpeakflächen.

Anhand absoluter Quantifizierungen wurde bereits gezeigt, dass die alte Weizenart Dinkel mehr ATIs enthält als die modernen Weizenarten Weichweizen und Hartweizen und dass Sorten aus der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts ähnliche Gehalte aufweisen wie heute angebaute Sorten. Daraus lässt sich schließen, dass die ATI-Gehalte durch die Entwicklung und Züchtung des modernen Weizens nicht zunehmen. Jedoch wurde noch keine Weizensorte identifiziert, die sich durch sehr geringe ATI-Gehalte auszeichnet. Gentechnikbasierte Methoden – wenn auch nicht in der Europäischen Union zugelassen – bieten die gezielte Möglichkeit bestimmte Proteine aus Weizen zu entfernen. In einem Gemeinschaftsprojekt der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES), der Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), der Universität von Tuszien, der Murdoch Universität und des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) wurden eine Weichweizen- (*Bobwhite*) und eine Hartweizensorte (*Svevo*) untersucht, in denen drei (0.28, CM3 und CM16) beziehungsweise zwei (CM3 und CM16) ATI-Gene stillgelegt wurden. Das Ziel des Projektes war, zum einen die Gen-Stilllegung mittels LC-MS/MS zu bestätigen und zum anderen verschiedene LC-MS/MS-Technologien sowie deren Auswertungen zu vergleichen.

Die absolute Quantifizierung bestätigte das Herunterregulieren der stillgelegten ATIs in den drei transgenen Linien von *Bobwhite* und in den zwei von *Svevo* (Abbildung 1).

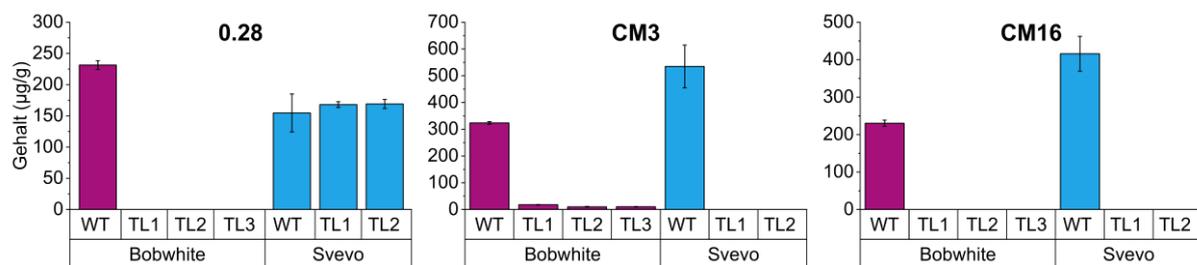


Abbildung 4: Absolute Quantifizierung der ATIs 0.28, CM3 und CM16 im Wildtyp (WT) und in den transgenen Linien (TL) von Bobwhite und Svevo. Die ATIs 0.28, CM3 und CM16 wurden in Bobwhite stillgelegt, sowie CM3 und CM16 in Svevo.

Zur relativen Quantifizierung wurden verschiedene MS-Detektionsmodi (*Data Dependent Acquisition*, DDA, und *Data Independent Acquisition*, DIA), verschiedene MS-Analysatoren (Orbitrap, IonTrap, QTOF) und verschiedene Auswertesoftware (MaxQuant, Mascot, Peaks, PLGS) verwendet. Unabhängig von den verschiedenen Ansätzen bestätigten alle Methoden das Herunterregulieren der stillgelegten ATIs (beispielsweise CM3 in Abbildung 2). Jedoch traten während der Auswertung Probleme auf, die zu ungenauen oder sogar falschen Ergebnissen führten. Besonders bei ATIs, die eine sehr ähnliche Aminosäuresequenz aufweisen (beispielsweise 0.19 und 0.53 in Abbildung 2), lieferten unterschiedliche Methoden deutlich voneinander abweichende Ergebnisse. Sowohl die hochauflösende DIA-Methode, als auch die IonTrap-Methode mit der geringsten Auflösung überzeugten mit der besten Performance, benötigten jedoch eine aufwendige und teils manuelle Auswertung.

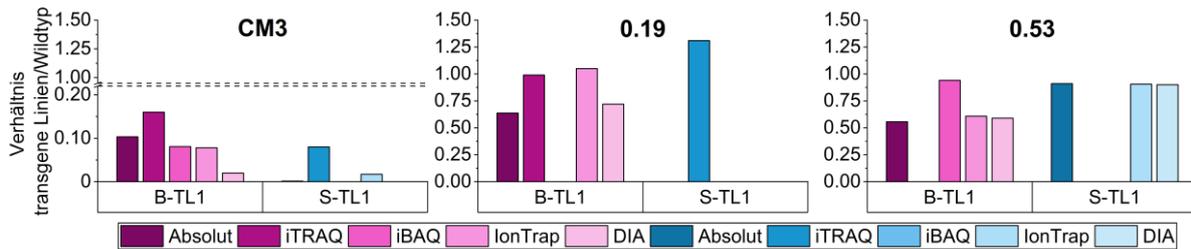


Abbildung 5: Vergleich vier verschiedener relativer Quantifizierungen mit der absoluten Quantifizierung von je einer transgenen Linien (TL) von Bobwhite (B) und Svevo (S). iTRAQ: isobaric Tags for Relative and Absolute Quantitation (DDA, Orbitrap, Peaks); iBAQ: intensity Based Absolute Quantitation (DDA, Orbitrap, MaxQuant), IonTrap (DDA, Mascot), DIA: Data Independent Acquisition (QTOF, PLGS). Im idealen Fall und bei korrekten Ergebnissen sollten alle Balken eine ähnliche Höhe zu der absoluten Quantifizierung aufweisen.

Zusammenfassend veranschaulichte das Gemeinschaftsprojekt, dass die für Weich- und Hartweizen vorhandene Proteindatenbank (UniProtKB) mit teilweise mehrfach vorhandenen Einträgen je nach Auswertesoftware zu ungenauen Ergebnissen in der relativen Quantifizierung führte und daher eine manuelle Überprüfung der Peptididentifikationen besonders bei der ATI-Quantifizierung notwendig ist.

Teilnehmende Partner im Gemeinschaftsprojekt: Stefano D'Amico (AGES), Clemens Grunwald-Gruber (BOKU), Stefania Masci, Francesco Sestili, Francesco Camerlengo (Universität von Tuszien), Shahidul Islam (Murdoch Universität), Lukas Buck und Sabrina Geißlitz (KIT).



Dr. Sabrina Geißlitz forscht als wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Abteilung Bioaktive und Funktionelle Lebensmittelinhaltsstoffe am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) bei Prof. Dr. Katharina Scherf zu Getreideproteinen. Schwerpunkte ihrer Forschung sind Ursachen der herausfordernden Backeigenschaften von alten Weizenarten (Einkorn, Emmer und Dinkel) und die Analyse von Weizenunverträglichkeitsauslösenden Proteinen. Von 2015 bis 2019 war sie wissenschaftliche Mitarbeiterin am Leibniz-Institut für Lebensmittel-Systembiologie an der Technischen Universität München (TUM) in Freising. In dieser Zeit fertigte sie an der TUM ihre Dissertation unter Betreuung von Prof. Dr. Peter Köhler zu Proteinen in alten Weizenarten an. Ihre Doktorarbeit wurde 2020 mit dem Wissenschaftlichen Förderpreis des Verbandes Deutscher Großbäckereien e. V. ausgezeichnet.

5.3. Stefano D'Amico, Wien, A Vorkommen von ATIs in Weizen-Mahlfraktionen

Amylase/Trypsin-Inhibitoren (ATIs) sind als Allergene bekannt und können zudem Weizensensitivität (*Non-celiac wheat sensitivity*, NCWS) auslösen. NCWS verursacht ähnliche Symptome denen der Zöliakie wie z.B. Blähungen, Durchfall, aber auch Kopfschmerzen und Müdigkeit. ATIs kommen in verschiedenen Getreidearten (Weizen, Roggen und Gerste) vor, beim Weizen machen die ATIs ca. 4 % aller Proteine aus.

Obwohl in den letzten Jahren mehrere Studien über das Vorkommen von ATIs in Weizen veröffentlicht wurden, ist wenig über ihre Verteilung innerhalb des Weizenkorns bzw. seiner Mahlfraktionen bekannt. In dieser Studie wurde eine repräsentative Mischung aus Körnern der Sorte Arnold (Backqualitätsgruppe 8) untersucht, die von neun verschiedenen Standorten und zwei aufeinanderfolgenden Erntejahren gezogen wurden. Diese wurden auf einem Bühler MLU 202-Walzenstul vermahlen. Die erhaltenen sechs Auszugsmehle, zwei Kleiefractionen und deren durch Zentrifugation erhaltene Mehle wurden hinsichtlich ihrer Farbe und Partikelgrößenverteilung analysiert. Neben Konzentrationen des Rohproteins wurden auch die salzlöslichen Proteine und der Anteil an ATIs über RP-HPLC bestimmt. Weiterhin wurde das

Potential Trypsin zu inhibieren charakterisiert. Hierzu diente eine an der AGES entwickelte photometrische Methode. Des Weiteren erfolgte eine detaillierte Analyse der salzlöslichen Proteine mittels LC-MS/MS nach tryptischem Verdau und anschließender Aufreinigung mittels Festphasenextraktion. Die erhaltenen Peptide wurden mittels DIA (data-independent acquisition) relativ quantifiziert.

Die Ergebnisse zeigten unterschiedliche Proteingehalte und Zusammensetzungen, besonders zwischen Mehl- und Kleiefractionen. Ein eindeutiger Zusammenhang zwischen ATI-Gehalt und Trypsinhemmung wurde jedoch nicht gefunden, während Rohprotein und Menge an salzlöslichen Proteinen signifikant mit der Hemmstärke korrelierten. Darüber hinaus zeigte die Helligkeit der Mehlfraktionen recht gut das Hemmverhalten gegenüber Trypsin an. Allerdings sind weitere Studien mit anderen Sorten und Mühlen notwendig, um die erzielten Ergebnisse zu verifizieren.

Beteiligte Personen am Forschungsprojekt: Lisa Call (BOKU), Elisabeth Haider (AGES & BOKU), Sabrina Posselt (AGES), Magdalena Wagner (AGES), Elisabeth Reiter (AGES)



Dr. Stefano D'Amico arbeitet als wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Abteilung Futtermittelanalytik und Technologische Wertprüfung der AGES (Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH). Schwerpunkte seiner Forschung liegen in der Analytik von Getreide, speziell von Kohlenhydraten und Proteinen. Die derzeitigen Forschungsaktivitäten beinhalten die Analytik von allergenen Proteinen im Weizen und strukturbildenden Polymeren in glutenfreien Rohstoffen. Zudem ist er in der Weiterentwicklung der Sortenwertprüfung und Charakterisierung von speziellen Weizenarten bzw. Sorten tätig (z.B. Populationssorten, Einkorn und Dinkel).

Bevor Stefano D'Amico zur AGES kam war er von 2012 bis 2018 als Post-Doc am Institut für Lebensmitteltechnologie der BOKU in Wien tätig nachdem er sein Doktorat an der BOKU absolviert hatte. Zuvor studierte er an der TU-München Lebensmittelchemie.

5.4. **Majlinda Xhaferaj**, Karlsruhe, D

Neue Referenzmaterialien - Roggen und Gerste in der Glutenanalytik

M. Xhaferaj, Karlsruhe/D, G. Muskovics, Budapest/U, E. Schall, Budapest/U, Z. Bugyi, Budapest/U, S. Tömösközi, Budapest/U, K. A. Scherf, Karlsruhe/D

Majlinda Xhaferaj, Karlsruher Institut für Technologie, Adenauerring 20b, Karlsruhe/D

Gluten ist ein in Getreide vorkommendes Speicherprotein, das sich aus den Prolaminen und Glutelinen zusammensetzt. Die Prolamine des Roggens werden Secaline und die der Gerste Hordeine genannt. Die Proteinzusammensetzung unterscheidet sich je nach Getreideart (Weizen, Roggen und Gerste) und Anbaubedingungen. Der Konsum von Gluten kann bei Personen mit genetischer Disposition Überempfindlichkeitsreaktionen wie Zöliakie oder Weizenallergie auslösen. Die einzige Therapie zur Reduzierung der Symptome bei Zöliakie ist eine streng glutenfreie Ernährung. Betroffene sind unter anderem auf sichere glutenfreie Lebensmittel angewiesen. Um die Lebensmittelsicherheit für Betroffene zu gewährleisten, sind der Gluten-Grenzwert (< 20 mg/kg), die Kennzeichnung und die analytischen Vorgaben zur Glutenbestimmung in Verordnung (EU) Nr. 1169/2011 und im Codex Alimentarius Standard 118-1979 (2015) rechtlich festgelegt. Somit soll Gluten in Lebensmitteln über ELISA nachgewiesen werden. Das am häufigsten genutzte Referenzmaterial (RM) zur Kalibrierung der ELISA Testkits ist das Weizenprolamin der Prolamin Working Group (PWG-Gliadin). Für die Bestimmung von Gluten aus roggens- und gerstenbasierten Lebensmitteln ist das PWG-Gliadin jedoch nicht repräsentativ und kann zu einer Unter- oder Überbestimmung des Glutengehalts führen. Darüber hinaus gibt es nur wenig Literatur über eine eingehende Proteincharakterisierung verschiedener

Roggen- und Gerstensorten aus verschiedenen Ländern. Das Ziel der Arbeit ist die Auswahl von repräsentativen Roggen- und Gerstensorten, die sich für die Herstellung neuer RM eignen.

Die Proteincharakterisierung von 32 Roggen- und 35 Gerstensorten wurde mittels Umkehrphasen (RP)-HPLC, Gelpermeations-HPLC und SDS-Polyacrylamid-Gelelektrophorese durchgeführt. Zur Bestimmung des Glutengehalts wurden zwei handelsübliche ELISA Testkits verwendet und verglichen. Die Auswahl der RM-Kandidaten erfolgte anhand definierter Auswahlkriterien und hierarchischer Clusteranalyse. Die mittels RP-HPLC bestimmten Gesamtproteingehalte in den Roggenmehlen lagen im Bereich zwischen 4,2 % bis 11,2 %. Für Gerste wurden vergleichsweise höhere Gesamtproteingehalte zwischen 7,0 % bis 18,3 % ermittelt. Der Prolamingehalt lag zwischen 2,1 % und 6,8 % bei Roggen und zwischen 1,5 % und 11,3 % bei Gerste. Im Vergleich dazu war der Glutelingehalt von Roggen (0,5 bis 1,2 %) und Gerste (1,5 bis 4,6 %) deutlich niedriger. Das bei ELISA üblicherweise verwendete Prolamin/Glutelin-Verhältnis (1:1) ist für Roggen ($4,4 \pm 0,8$) und Gerste ($1,6 \pm 0,6$) nicht geeignet. Mithilfe der Auswahlkriterien und Clusteranalyse wurde eine Auswahl von sieben Roggen- und acht Gerstensorten getroffen. Die Auswahl zeigte eine hohe Variabilität in Bezug auf die Proteinzusammensetzung und das Herkunftsland. Zudem wurden erhebliche Unterschiede in der Zusammensetzung der Secaline und Hordeine festgestellt.

Die ausgewählten Sorten repräsentieren die Glutenzusammensetzung in Roggen- und Gerstensorten und ihre Komplexität. Zudem dienen die Ergebnisse der Auswahl von sieben Roggen- und acht Gerstensorten, die für die Herstellung neuer RM verwendet werden. Die Nutzung der neuen RM ermöglicht es, Glutenanalysen zu verbessern und somit auch die Lebensmittelsicherheit für Zöliakie-Betroffene zu erhöhen.



Majlinda Xhaferaj schloss ihr Lebensmittelchemiestudium im Jahr 2018 am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ab. Seit 2019 ist sie Doktorandin in der Abteilung für Bioaktive und Funktionelle Lebensmittelinhaltsstoffe am KIT mit dem Schwerpunkt der Glutenanalytik zur Verbesserung von Glutenreferenzmaterialien unter der Betreuung von Frau Prof. Dr. Katharina Scherf. Der Schwerpunkt ihrer Arbeit liegt in der Herstellung eines für die Glutenanalytik geeigneten und standardisierten Referenzmaterials aus Weizen, Gerste und Roggen zur Optimierung der Methodvalidierung und Verifizierung von Glutenanalysen. Zu diesem Zweck wird die

Glutenzusammensetzung verschiedener Getreidearten und -sorten durch analytische Charakterisierung bestimmt. Hierbei spielt der Einfluss diverser Umweltfaktoren auf den Glutengehalt des Getreides eine wichtige Rolle.

Freitag, 07. Oktober 2022

- 08³⁰ Uhr 3.4. **Nele Brand**, Halle, **D**
Mikrobielle Modifikation von Stärke in Sauerteig
- 09⁰⁰ Uhr 3.5. **Tamara Schmid**, Wädenswil, **CH**
Partikel stabilisierte Schäume in glutenfreien Backwaren
- 09³⁰ Uhr 3.6. **Michael Seitter**, Illertissen, **D**
Ein innovativer Ansatz von Clean Label Kuchen Formulierung

10⁰⁰ Uhr Kommunikationspause

4. Klimawandel/Nachhaltigkeit

- 10³⁰ Uhr 4.1. **Mathias Nachtmann**, Illertissen, **D**
Nachhaltiger oder produktiver – wie digitale Landwirtschaft helfen kann
Zielkonflikte aufzulösen am Beispiel Stickstoff-Effizienz, Protein-Ertrag und CO₂e
Fußabdruck
- 11⁰⁰ Uhr 4.2. **Rubina Rumler**, Wien, **A**
3 Jahre Projekt Klimatech: Erkenntnisse und Ausblick

5. Unverträglichkeiten

- 11³⁰ Uhr 5.1. **Peter Stehle**, Bonn, **D**
Nicht-allergene Unverträglichkeiten bei Verzehr von Weizen - Übersicht und
wissenschaftliche Bewertung

12⁰⁰ Uhr Mittagspause

- 13³⁰ Uhr 5.2. **Sabrina Geißlitz**, Karlsruhe, **D**
Herausforderungen in der LC-MS/MS-Analytik von Amylase/Trypsin-Inhibitoren
- 14⁰⁰ Uhr 5.3. **Stefano D`Amico**, Wien, **A**
Vorkommen von ATIs in Weizen-Mahlfraktionen
- 14³⁰ Uhr 5.4. **Majlinda Xhaferaj**, Karlsruhe, **D**
Neue Referenzmaterialien - Roggen und Gerste in der Glutenanalytik

DIGeFa | GmbH

Detmolder Institut für Getreide- und Fettanalytik

Wir sorgen dafür, dass Getreide in aller Munde bleibt



Qualitätsuntersuchungen für die Getreidewirtschaft

Getreide- und Mehlanalytik

Backversuche



Weitere Informationen unter www.digefa.de