

Einfluss der Inhaltsstoffe von Weizenmahlprodukten auf das Extrudierverhalten direkt expandierter Erzeugnisse

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle I:	Institut für Lebensmittel- und Umweltforschung (ILU), Nuthetal Dr. Peter Kretschmer/Dipl.-Ing. Rosemarie Schneeweiß
Forschungsstelle II:	Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik (DIL), Quakenbrück Dr. Volker Heinz/Dr. Ute Bindrich/Dr. Achim Knoch
Industriegruppe:	Getreidenährmittelverband - Bundesverband der Hersteller von Nahrungsmitteln aus Getreide und Reis e.V., Berlin
	Projektkoordinator: Arne Jensen H. & J. Brüggem KG, Lübeck
Laufzeit:	2011 – 2013
Zuwendungssumme:	€ 455.650,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Die Extrusion stellt ein hoch produktives, kontinuierliches Verfahren der Lebensmittelindustrie dar und ist für die Herstellung unterschiedlichster direkt expandierter Produkte aus Getreidemahlprodukten seit langem etabliert. Die Strukturbildung des Mehl-Wasser-Gemisches erfolgt durch Plastifizierung unter gleichzeitiger Wirkung von Scherung, Temperatur und Druck. Dadurch laufen die Prozesse grundsätzlich anders ab als unter atmosphärischen Bedingungen.

Bei der Extrusion von Getreidemahlprodukten aus Weizen zu direkt expandierten Zerealien gelangen Rohstoffchargen in die Verarbeitung, die trotz Einhaltung der standardisierten Prozessparameter des jeweiligen Extrusionsprozesses nicht zu qualitätsgerechten Extrudaten verarbeitet werden können. Diese Störungen treten zwar nicht ständig, aber unkontrolliert immer wieder auf, so dass damit ein erheblicher wirtschaftlicher Schaden verbunden ist, da die Kontinuität der Produktion nachhaltig gestört wird. Neben der Produktion von Fehlchargen kann es zu Störungen des Extruders kommen, die bis zum Produktionsstopp und der Notwendigkeit einer weitgehenden Demontage des Extruders führen können.

Die gegenwärtig für die Extrusion eingesetzten Typenmehle werden anhand von Merkmalen charakterisiert, die auf die Herstellung von Backwaren ausgerichtet sind. Schwankungen der Inhaltsstoffgehalte und ihrer Qualität sind mit hoher Wahrscheinlichkeit die Ursache für die rohstoffbedingten Störungen des Extrusionsprozesses von Weizenmehlen. Ein Anwendungstest für die Extrusion existiert bislang nicht, um die Zusammenhänge zwischen analytisch ermittelten Qualitätsparametern und Extrudatqualität nachzuweisen.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, einen derartigen Anwendungstest zu erarbeiten, der - ähnlich wie der Backversuch zur Bewertung der Backfähigkeit - die technisch-technologische Eignung des jeweiligen Rohstoffes zur Herstellung qualitativ hochwertiger, direkt expandierter Extrudate spiegeln kann.

Forschungsergebnis:

Es wurde der Standardextrusionsversuch (SEV) für den Brabender-Einschneckenlaborextruder entwickelt. Für das komplexe Verfahren der Extrusion wurden zunächst maschinenspezifische Variablen eingegrenzt und die Parameter für das Kompressionsverhältnis der Schnecke sowie den Düsendurchmesser festgeschrieben.

Eine wesentliche Erkenntnis ist der Zusammenhang von Dosierverhalten des Rohstoffes und Stabilität des kontinuierlichen Produktflusses, der für die Herstellung von qualitativ einwandfreien Extrudaten eine Voraussetzung ist. Des Weiteren wurden die Temperaturen der Heizzonen des Extruderzylinders und die Drehzahl der Schnecke im Zusammenhang mit der Extrusionsfeuchtigkeit der Extrusionsmischung variiert. Die maschinentechnischen und die Rohstoff bedingten Parameter wirken simultan auf den Prozess der Plastifizierung des Rohstoffes, seiner Fließeigenschaften und dem stattfindenden Druckaufbau, der eine Voraussetzung zur Expansion an der Düse ist. Die Parameter müssen so gewählt sein, dass der Energieeintrag über die mechanische Energieeinleitung einen Mindestwert überschreitet, um die Masse zu plastifizieren. In Kombination mit höherer Massetemperatur an der Düse kann dieser Wert jedoch niedriger sein. Weizenmehlpassagen und Weizenmehle der Type 550 aus zwei Erntejahren unterschiedlicher Härte wurden untersucht. Die Mahlprodukte wurden analysiert und extrudiert. Die Bewertung der Extrudate erfolgte durch die kooperierenden Forschungseinrichtungen. Die ermittelten Parameter waren geeignet, die sensorisch erfassten Qualitätsmerkmale mittels Texturanalyse und bildgebender Verfahren umfassend zu bewerten.

Die angewendeten Methoden ermöglichen, die Eigenschaften von Extrudaten und Mahlprodukten mit einer guten Genauigkeit zu differenzieren. Diese Zusammenhänge wurden mittels Datenanalyse mathematisch-statistisch ausgewertet. Zusammenhänge zwischen Einfluss- und Zielgrößen wurden mittels Regressionsanalyse errechnet. Haupteinflussgrößen und Wechselwirkungseffekte zwischen stofflichen Parametern und Verfahrensparametern wurden quantifiziert.

Neben bekannten stofflichen Parametern, wie Extrusionsfeuchtigkeit, Rolle der Stärke für die Qualität der direkt expandierten Weizenmehlextrudate, ist die Rolle der Nichtstärkepolysaccharide (NSPS) im Zusammenhang mit der Verfügbarkeit von Wasser wesentlich für die Extrusionseignung von Weizenmahlprodukten. Verfahrenstechnisch ist die spez. mechanische Energieeinleitung (SME) für die Extrudateigenschaften mitentscheidend.

Untersuchungen zum Scale-up wurden mittels gleichlaufendem Doppelschneckenextruder durchgeführt. Als Vergleichsgröße kann die SME heran gezogen werden. Absolute Verfahrensparameter (z.B. Massetemperatur, Massedruck, Ver-

weilzeit) können nicht direkt übertragen werden, da maschinenspezifische Unterschiede berücksichtigt werden müssen.

Aufgrund einer hinreichend großen Varianz der Mehleigenschaften und einer relativ großen Versuchsanzahl war es im Rahmen des Projektes erstmalig möglich, signifikante empirische Zusammenhänge zwischen Einfluss- und Zielgrößen zu identifizieren. Es hat sich gezeigt, dass Glucane und Pentosane als Minorkomponenten nahezu alle getesteten Eigenschaften der Extrudate beeinflussen. In der Regel wirken sich höhere Gehalte an NSPS negativ auf die Extrudatqualität aus. Mit Hilfe der empirischen Modelle ist es im Rahmen der untersuchten Varianz der Inhaltsstoffgehalte möglich, für einzelne Einflussgrößen Grenzwerte abzuschätzen. Es ist in hohem Maße nachvollziehbar, dass die Ist-Feuchte dabei häufig von Bedeutung ist, da die technologische Wirkung von NSPS sehr stark vom Wasserangebot abhängig ist. Allerdings unterscheiden sich die Auswirkungen unter den Bedingungen des extremen Wassermangels, hohem Druck und Scherung beim Extrusionsprozess erheblich von den Effekten bei atmosphärischem Druck und höherer Verfügbarkeit an freiem Wasser. Für beide Sachverhalte ist aber noch ein erhebliches Wissensdefizit zu verzeichnen, da NSPS als Minorkomponenten außerhalb des Brauereiwesens bisher relativ wenig Beachtung gefunden haben.

Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass Proteine als Summenparameter für Extrusionsverhalten und Extrudateigenschaften von untergeordneter Bedeutung sind. Durch die statistische Datenanalyse konnte ermittelt werden, dass vielmehr Proteinfractionen (Globuline, Gliadine und lösliche Glutenine) qualitätsbeeinflussende stoffliche Parameter darstellen. Zudem war es durch Einsatz des Laborextruders möglich, deutlichere Auswirkungen der unterschiedlichen Einflussgrößen herbeizuführen. Weiterhin ist es erstmals gelungen, das Schmelzverhalten von Mehlinhaltsstoffen außerhalb des Extruders zu charakterisieren. Dabei hat sich gezeigt, dass Mehl mit schlechten Extrudiereigenschaften eine viel größere Varianz des Schmelzverhaltens aufweist als gut geeignete Mehle. Offensichtlich ist die absolute Höhe von Temperatur und Druck weniger bedeutsam. Diese Erkenntnisse müssen allerdings durch weiterführende grundlegende Untersuchungen noch erheblich vertieft werden. Jedoch wurden durch das Projekt wichtige Anhaltspunkte aufgedeckt.

Die Erkenntnisse aus der Datenanalyse konnten bei der Beurteilung der Auswirkungen von Zucker (Saccharose) und Salz (NaCl) auf die Extrudateigenschaften angewendet werden. In den meisten Fällen waren die Ergebnisse konsistent. Aber auch hier hat sich gezeigt, dass die NSPS, obwohl sie im Weizenmehl eine Minorkomponente darstellen, im Zusammenhang mit dem Extrusionsprozess unbedingt beachtet werden müssen. Es können bereits geringfügige Veränderungen deutliche Auswirkungen auf den Prozessablauf und die Produktqualität haben. Um die Erkenntnisse umsetzen zu können, ist allerdings noch die Entwicklung industrietauglicher Analysemethoden erforderlich.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Durch die Ergebnisse konnten die Zusammenhänge zwischen Inhaltsstoffen und Extrusionseignung weitestgehend aufgeklärt werden. Diese stehen nun als Basis für die Erarbeitung von Spezifikationen (Definition von Qualitätsstandards) und Anwendungsempfehlungen zur Verfügung. Es wurde ein Datenpool gebildet, aus dem permanent verbesserte Spezifikationen für Mehle resultieren, die für die Extrusion eingesetzt werden sollen, hierdurch wird die Information und Kommunikation zwischen Getreidemühlen und Zerealienherstellern verbessert. Die komplexe Bearbeitung des Projektes gewährleistete neben der Generierung von Einzeldaten der Getreiderohstoffe erstmals ein komplexes Bild über die Wechselwirkung der einzelnen Mahlfractionen mit den technologischen und technofunktionellen bis hin zu rheologischen und sensorischen Merkmalen der Extrudate. Eine Übertragung auf die jeweiligen konkreten betrieblichen Bedingungen ist möglich.

Im Ergebnis des Vorhabens wurde ein forschungsmethodischer Ansatz modellhaft an Weizen erprobt, der nachfolgend nun in weiteren Projekten für Mahlprodukte aus anderen Getreidearten übernommen werden kann. Die Etablierung neuer praxistauglicher Messmethoden sichert die Umsetzung der wissenschaftlichen Erkenntnisse in der Praxis und bildet die Basis für ein erweitertes Stoffverständnis.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2013.
2. Schneeweiß, R., Schramm, G. und Bindrich, U.: Weizenmahlprodukte für die Extrusion. Backtechn. 2, 28-35 (2014).

Weiteres Informationsmaterial:

Institut für Lebensmittel- und Umweltforschung e.V. (ILU)

Arthur-Scheunert-Allee 40/41, 14558 Nuthetal

Tel.: +49 33200 89-111

Fax: +49 33200 89-220

E-Mail: IGV-Manager@igv-gmbh.de

Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V. (DIL)

Prof.-von-Klitzing-Str. 7, 49610 Quakenbrück

Tel.: +49 5431 183-228

Fax: +49 5431 183-200

E-Mail: info@dil-ev.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)

Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn

Tel.: +49 228 3079699-0

Fax: +49 228 3079699-9

E-Mail: fei@fei-bonn.de

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

gefördert durch/via



Das o. g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn, wird/wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.