

## Strategien zur Verzögerung des Fettverderbs in extrudierten Vollkornprodukten

<b>Koordinierung:</b>	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
<b>Forschungsstelle I:</b>	Institut für Lebensmittel- und Umweltforschung e.V. (ILU), Nuthetal Prof. Dr. Sascha Rohn/Dipl.-Ing. Rosemarie Schneeweiß
<b>Forschungsstelle II:</b>	Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V. (DIL), Quakenbrück Dr. Volker Heinz/Dr. Ute Bindrich
<b>Industriegruppe(n):</b>	Verband der Getreide-, Mühlen- und Stärkewirtschaft e. V. (VGMS), Berlin
	Projektkoordinator: Dirk Dittmann Dr. August Oetker Nahrungsmittel KG, Bielefeld
<b>Laufzeit:</b>	2015 - 2018
<b>Zuwendungssumme:</b>	€ 499.730,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

### Ausgangssituation:

Ballaststoffe aus Getreide nehmen eine Schlüsselposition für eine gesunde Ernährung ein. Sie können im Gegensatz zu Ballaststoffen aus Obst und Gemüse die Risiken für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes und Krebs signifikant senken. Vollkornprodukte müssen allerdings auch in einer Form und Qualität vorliegen, die von den Verbrauchern akzeptiert wird.

Eine Möglichkeit, den Verzehr dieser Produkte zu steigern, sind extrudierte Vollkornerzeugnisse in Form von Frühstückscerealien oder Snacks. Vollkornmahlprodukte enthalten, mit Ausnahme der äußeren Fruchtschale, die gesamten Bestandteile der Körner, einschließlich des Keimlings, der durch einen hohen Fettanteil von ca. 10 % gekennzeichnet ist. Dieses Keimöl beinhaltet besonders viele ungesättigte Fettsäuren, die ernährungsphysiologisch wertvoll sind, aber Vollkornprodukte hinsichtlich ihrer Haltbarkeit problematisch machen.

Bei der Heißextrusion erfolgt die Struktur- bildung des Mehl-Wasser-Gemisches durch Plastifizierung unter gleichzeitiger Wirkung von Scherung, Temperatur und Druck. Die

Getreidefette, insbesondere die ungesättigten Fettsäuren, werden dabei einem hohen thermischen und mechanischen Stress ausgesetzt. Dabei können Prozesse ablaufen, die dazu führen, dass die Haltbarkeit der Vollkornextrudate nicht für die beabsichtigte Mindesthaltbarkeitsfrist ausreicht. Besonders anfällig gegen oxidativen Fettverderb sind Produkte, die mit wenig Extrusionsfeuchte hergestellt bzw. bei hohen Massetemperaturen verarbeitet wurden.

Ziel des Forschungsvorhabens war es zu untersuchen, welche Kombinationen von Prozessbedingungen und stofflichen Eigenschaften geeignet sind, sensorisch einwandfreie lagerstabile Extrudate herzustellen.

### Forschungsergebnis:

Für die Herstellung von qualitativ hochwertigen Vollkornextrudaten aus Weizen und Hafer sind Rohwaren mit guter Kornausbildung notwendig, damit ein günstiges Verhältnis von Endosperm und Randschichten gewährleistet ist. Sensorisch einwandfreies Getreide ist lagerstabil, solange die Körner trocken sind und einen niedrigen  $a_w$ -Wert aufweisen; enzymatische Veränderungen

werden gehemmt. Durch die Vermahlung wird die Oberfläche deutlich vergrößert und Fett und fettoxidierende Enzyme werden mit Luftsauerstoff, bei gleichzeitiger Erwärmung beim Vermahlen, in Kontakt gebracht. Der Anteil an natürlichen Antioxidantien verringert sich. Zwischen Vermahlung und Extrusion sollte deshalb die Lagerdauer möglichst kurz sein. Bei der Extrusion werden die Getreidemahlprodukte und Wasser durch eine spezifische mechanische (SME) und thermische Energieeinleitung (Massetemperatur) zu gelockerten Extrudaten durch Stoffumwandlung und -strukturierung verarbeitet. Die stofflichen Bedingungen (insbesondere die Extrusionsfeuchte und der Fettgehalt) und die Extrusionsbedingungen entscheiden maßgeblich, inwiefern während des Prozesses eine Fettbindung erreicht wird. Dabei spielt vor allem der spezifische mechanische Energieeintrag (SME) eine Rolle. Ist eine Trocknung erforderlich, wird in Abhängigkeit von der Art der Trocknung, der Trocknungsdauer und der Trocknungstemperatur weiterer thermischer Stress wirksam, der die Stabilität der Fette beeinflusst. Während der Extrusion wird die Fettbindung erhöht, d.h. der extrahierbare Anteil (EFA) nimmt ab. Je höher die Fettbindung ist desto besser ist das Fett vor Oxidation geschützt. Wird die SME deutlich erhöht, führt dies zu einer Beschleunigung des Fettverderbs.

Die Intensität der Bildung von ranzigen Oxidationsprodukten wird maßgeblich durch die Trocknungsbedingungen (Temperatur und Dauer) erhöht. Anhand eines Koeffizienten aus der Rancimat-Kurve wurde ein Maß für den fettverderbsrelevanten thermischen Stress ermittelt; dies erfolgte anhand von Leitfähigkeits-Zeit-Verlaufskurven. Die Rancimat-Messungen wurden an Extrudaten zeitnah nach der Herstellung durchgeführt. In diesen spiegeln sich die thermischen Einflüsse auf den Rohstoff integral wider. Somit steht ein Werkzeug zur Verfügung, das eine Einschätzung erlaubt, ob ein Produkt hinsichtlich der Fettoxidation einem Risiko unterliegt oder nicht. Hoher thermischer Stress ist ein Haupteinflussfaktor der Fettoxidation.

Im Ergebnis des Vorhabens sind die Voraussetzungen geschaffen worden, die Stabilität von extrudierten Produkten anhand einer neuen Bewertung mittels Rancimat-Kurven zu prognostizieren. Durch eine gezielte Rohstoff-

auswahl, eine spezifische Vermahlung sowie eine optimierte Prozessführung bei der Extrusion sowie Trocknung kann das Ranzigwerden von direkt expandierten Vollkornprodukten infolge der Autoxidation verzögert werden.

#### Wirtschaftliche Bedeutung:

Vollkornmehle als Rohstoff für die Extrusion sind geeignet, einen Beitrag zu leisten, um das zurzeit bestehende Defizit bei der täglichen Versorgung der Bevölkerung mit Getreideballaststoffen auszugleichen. Die gewonnenen Erkenntnisse zur Vermeidung des Ranzigwerdens können bei der Rohstofflagerung in der Lagerwirtschaft, in den Mühlen für die Vermahlung und von Cerealienherstellern bei der Herstellung von direkt expandierten Extrudaten genutzt werden, um die Qualität und Lagerstabilität dieser Vollkornprodukte zu stabilisieren.

Die Ergebnisse können das Image ballaststoffreicher Getreideprodukte verbessern und einen Beitrag zur Verringerung von Verlusten bei der Produktion und Lagerung von Vollkornextrudaten leisten. Eine gute sensorische Qualität führt zudem zu einer besseren Verbraucherakzeptanz. Der Handel kann auf Grundlage der Ergebnisse mit hoher Sicherheit bis zum Ende des Mindesthaltbarkeitsdatums sensorisch einwandfreie Vollkornextrudate anbieten. Des Weiteren wird durch diese die Entwicklung neuer Produkte auf Basis oder unter Verwendung von Vollkornprodukten angeregt, da sich das Herstellungs- und Vertriebsrisiko entsprechender Produkte minimiert. Die Ergebnisse können auch als Grundlage genutzt werden, um andere Basisrohstoffe, neben Getreide, für die Extrusion zu verwenden. Zu diesen gehören Ölsaaten und Leguminosen bzw. Verarbeitungsprodukte aus diesen, die ebenfalls hohe Fett- bzw. Ölgehalte aufweisen.

Die Hersteller von Vollkornextrudaten sind durch die Bestimmung des Anteils an extrahierbarem Fett in der Lage, die Prozesse hinsichtlich der maximalen Fettbindung bei einem möglichst geringen thermischen Stress zu optimieren. Damit stehen wichtige Grundlagen für die Qualitätssicherung zur Verfügung. Die Vermeidung von Fehlchargen und die Optimierung der Prozessparameter zur Verbesserung der Stabilität der Vollkornpro-



dukte dienen nicht zuletzt auch der Schonung von Rohstoffen, Energie und Produktionskosten.

Die Ergebnisse sind darüber hinaus auch für die Verarbeitung von Getreidevollkornprodukten in anderen Lebensmittelbranchen verwertbar, z.B. für gebackenes Flachbrot und für Dauerbackwaren auf Vollkornbasis, und kommen damit einer Vielzahl von Unternehmen aus der Backwaren-, Teigwaren- und Süßwarenindustrie zugute.

#### Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2018.
2. Schneeweiß, R. & Bindrich, U.: Fettverderb in Vollkornextrudaten, Einfluss der Rohstoffqualität und Verarbeitungsbedingungen. Mühle Mischfutter, Teil 1, 156 (4), 112-117; Teil 2, 156 (5), 130-135 (2019).
3. Schneeweiß, R.: Steigerung der Qualität von Vollkornprodukten. ILU, Innov. Markt (4), 6 (2018).
4. Bindrich, U.: Strategien zur Verzögerung des Fettverderbs in extrudierten Vollkornprodukten. DIL-Jahresber., 82-85 (2018).
5. Schneeweiß, R. & Bindrich, U.: Strategien zur Verzögerung des Fettverderbs in extrudierten Vollkornprodukten. ILU-Jahresber., 16 (2018).
6. Schneeweiß, R. & Bindrich, U.: Strategien zur Verzögerung des Fettverderbs in extrudierten Vollkornprodukten. ILU-Jahresber., 20 (2017).
7. Schneeweiß, R. & Bindrich, U.: Strategien zur Verzögerung des Fettverderbs in extrudierten Vollkornprodukten. ILU-Jahresber., 10 (2016).
8. Schneeweiß, R. & Bindrich, U.: Strategien zur Verzögerung des Fettverderbs in extrudierten Vollkornprodukten. ILU-Jahresber., 10 (2015).

#### 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: office@ilu-ev.de

Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V. (DIL)

Prof.-von-Klitzing-Straße 7

49610 Quakenbrück

Tel.: +49 5431 183-232

Fax: +49 5431 183-200

E-Mail: u.bindrich@dil-ev.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)

Godesberger Allee 125, 53175 Bonn

Tel.: +49 228 3079699-0

Fax: +49 228 3079699-9

E-Mail: fei@fei-bonn.de

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

gefördert durch/via



Das o. g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 125, 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.

## Strategien zur Verzögerung des Fettverderbs in extrudierten Vollkornprodukten

<b>Koordinierung:</b>	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
<b>Forschungsstelle I:</b>	Institut für Lebensmittel- und Umweltforschung e.V. (ILU), Nuthetal Prof. Dr. Sascha Rohn/Dipl.-Ing. Rosemarie Schneeweiß
<b>Forschungsstelle II:</b>	Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V. (DIL), Quakenbrück Dr. Volker Heinz/Dr. Ute Bindrich
<b>Industriegruppe(n):</b>	Verband der Getreide-, Mühlen- und Stärkewirtschaft e. V. (VGMS), Berlin
	Projektkoordinator: Dirk Dittmann Dr. August Oetker Nahrungsmittel KG, Bielefeld
<b>Laufzeit:</b>	2015 - 2018
<b>Zuwendungssumme:</b>	€ 499.730,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

### Ausgangssituation:

Ballaststoffe aus Getreide nehmen eine Schlüsselposition für eine gesunde Ernährung ein. Sie können im Gegensatz zu Ballaststoffen aus Obst und Gemüse die Risiken für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes und Krebs signifikant senken. Vollkornprodukte müssen allerdings auch in einer Form und Qualität vorliegen, die von den Verbrauchern akzeptiert wird.

Eine Möglichkeit, den Verzehr dieser Produkte zu steigern, sind extrudierte Vollkornerzeugnisse in Form von Frühstückscerealien oder Snacks. Vollkornmahlprodukte enthalten, mit Ausnahme der äußeren Fruchtschale, die gesamten Bestandteile der Körner, einschließlich des Keimlings, der durch einen hohen Fettanteil von ca. 10 % gekennzeichnet ist. Dieses Keimöl beinhaltet besonders viele ungesättigte Fettsäuren, die ernährungsphysiologisch wertvoll sind, aber Vollkornprodukte hinsichtlich ihrer Haltbarkeit problematisch machen.

Bei der Heißextrusion erfolgt die Struktur- bildung des Mehl-Wasser-Gemisches durch Plastifizierung unter gleichzeitiger Wirkung von Scherung, Temperatur und Druck. Die

Getreidefette, insbesondere die ungesättigten Fettsäuren, werden dabei einem hohen thermischen und mechanischen Stress ausgesetzt. Dabei können Prozesse ablaufen, die dazu führen, dass die Haltbarkeit der Vollkornextrudate nicht für die beabsichtigte Mindesthaltbarkeitsfrist ausreicht. Besonders anfällig gegen oxidativen Fettverderb sind Produkte, die mit wenig Extrusionsfeuchte hergestellt bzw. bei hohen Massetemperaturen verarbeitet wurden.

Ziel des Forschungsvorhabens war es zu untersuchen, welche Kombinationen von Prozessbedingungen und stofflichen Eigenschaften geeignet sind, sensorisch einwandfreie lagerstabile Extrudate herzustellen.

### Forschungsergebnis:

Für die Herstellung von qualitativ hochwertigen Vollkornextrudaten aus Weizen und Hafer sind Rohwaren mit guter Kornausbildung notwendig, damit ein günstiges Verhältnis von Endosperm und Randschichten gewährleistet ist. Sensorisch einwandfreies Getreide ist lagerstabil, solange die Körner trocken sind und einen niedrigen  $a_w$ -Wert aufweisen; enzymatische Veränderungen



werden gehemmt. Durch die Vermahlung wird die Oberfläche deutlich vergrößert und Fett und fettoxidierende Enzyme werden mit Luftsauerstoff, bei gleichzeitiger Erwärmung beim Vermahlen, in Kontakt gebracht. Der Anteil an natürlichen Antioxidantien verringert sich. Zwischen Vermahlung und Extrusion sollte deshalb die Lagerdauer möglichst kurz sein. Bei der Extrusion werden die Getreidemahlprodukte und Wasser durch eine spezifische mechanische (SME) und thermische Energieeinleitung (Massetemperatur) zu gelockerten Extrudaten durch Stoffumwandlung und -strukturierung verarbeitet. Die stofflichen Bedingungen (insbesondere die Extrusionsfeuchte und der Fettgehalt) und die Extrusionsbedingungen entscheiden maßgeblich, inwiefern während des Prozesses eine Fettbindung erreicht wird. Dabei spielt vor allem der spezifische mechanische Energieeintrag (SME) eine Rolle. Ist eine Trocknung erforderlich, wird in Abhängigkeit von der Art der Trocknung, der Trocknungsdauer und der Trocknungstemperatur weiterer thermischer Stress wirksam, der die Stabilität der Fette beeinflusst. Während der Extrusion wird die Fettbindung erhöht, d.h. der extrahierbare Anteil (EFA) nimmt ab. Je höher die Fettbindung ist desto besser ist das Fett vor Oxidation geschützt. Wird die SME deutlich erhöht, führt dies zu einer Beschleunigung des Fettverderbs.

Die Intensität der Bildung von ranzigen Oxidationsprodukten wird maßgeblich durch die Trocknungsbedingungen (Temperatur und Dauer) erhöht. Anhand eines Koeffizienten aus der Rancimat-Kurve wurde ein Maß für den fettverderbsrelevanten thermischen Stress ermittelt; dies erfolgte anhand von Leitfähigkeits-Zeit-Verlaufskurven. Die Rancimat-Messungen wurden an Extrudaten zeitnah nach der Herstellung durchgeführt. In diesen spiegeln sich die thermischen Einflüsse auf den Rohstoff integral wider. Somit steht ein Werkzeug zur Verfügung, das eine Einschätzung erlaubt, ob ein Produkt hinsichtlich der Fettoxidation einem Risiko unterliegt oder nicht. Hoher thermischer Stress ist ein Haupteinflussfaktor der Fettoxidation.

Im Ergebnis des Vorhabens sind die Voraussetzungen geschaffen worden, die Stabilität von extrudierten Produkten anhand einer neuen Bewertung mittels Rancimat-Kurven zu prognostizieren. Durch eine gezielte Rohstoff-

auswahl, eine spezifische Vermahlung sowie eine optimierte Prozessführung bei der Extrusion sowie Trocknung kann das Ranzigwerden von direkt expandierten Vollkornprodukten infolge der Autoxidation verzögert werden.

#### Wirtschaftliche Bedeutung:

Vollkornmehle als Rohstoff für die Extrusion sind geeignet, einen Beitrag zu leisten, um das zurzeit bestehende Defizit bei der täglichen Versorgung der Bevölkerung mit Getreideballaststoffen auszugleichen. Die gewonnenen Erkenntnisse zur Vermeidung des Ranzigwerdens können bei der Rohstofflagerung in der Lagerwirtschaft, in den Mühlen für die Vermahlung und von Cerealienherstellern bei der Herstellung von direkt expandierten Extrudaten genutzt werden, um die Qualität und Lagerstabilität dieser Vollkornprodukte zu stabilisieren.

Die Ergebnisse können das Image ballaststoffreicher Getreideprodukte verbessern und einen Beitrag zur Verringerung von Verlusten bei der Produktion und Lagerung von Vollkornextrudaten leisten. Eine gute sensorische Qualität führt zudem zu einer besseren Verbraucherakzeptanz. Der Handel kann auf Grundlage der Ergebnisse mit hoher Sicherheit bis zum Ende des Mindesthaltbarkeitsdatums sensorisch einwandfreie Vollkornextrudate anbieten. Des Weiteren wird durch diese die Entwicklung neuer Produkte auf Basis oder unter Verwendung von Vollkornprodukten angeregt, da sich das Herstellungs- und Vertriebsrisiko entsprechender Produkte minimiert. Die Ergebnisse können auch als Grundlage genutzt werden, um andere Basisrohstoffe, neben Getreide, für die Extrusion zu verwenden. Zu diesen gehören Ölsaaten und Leguminosen bzw. Verarbeitungsprodukte aus diesen, die ebenfalls hohe Fett- bzw. Ölgehalte aufweisen.

Die Hersteller von Vollkornextrudaten sind durch die Bestimmung des Anteils an extrahierbarem Fett in der Lage, die Prozesse hinsichtlich der maximalen Fettbindung bei einem möglichst geringen thermischen Stress zu optimieren. Damit stehen wichtige Grundlagen für die Qualitätssicherung zur Verfügung. Die Vermeidung von Fehlchargen und die Optimierung der Prozessparameter zur Verbesserung der Stabilität der Vollkornpro-

dukte dienen nicht zuletzt auch der Schonung von Rohstoffen, Energie und Produktionskosten.

Die Ergebnisse sind darüber hinaus auch für die Verarbeitung von Getreidevollkornprodukten in anderen Lebensmittelbranchen verwertbar, z.B. für gebackenes Flachbrot und für Dauerbackwaren auf Vollkornbasis, und kommen damit einer Vielzahl von Unternehmen aus der Backwaren-, Teigwaren- und Süßwarenindustrie zugute.

#### Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2018.
2. Schneeweiß, R. & Bindrich, U.: Fettverderb in Vollkornextrudaten, Einfluss der Rohstoffqualität und Verarbeitungsbedingungen. Mühle Mischfutter, Teil 1, 156 (4), 112-117; Teil 2, 156 (5), 130-135 (2019).
3. Schneeweiß, R.: Steigerung der Qualität von Vollkornprodukten. ILU, Innov. Markt (4), 6 (2018).
4. Bindrich, U.: Strategien zur Verzögerung des Fettverderbs in extrudierten Vollkornprodukten. DIL-Jahresber., 82-85 (2018).
5. Schneeweiß, R. & Bindrich, U.: Strategien zur Verzögerung des Fettverderbs in extrudierten Vollkornprodukten. ILU-Jahresber., 16 (2018).
6. Schneeweiß, R. & Bindrich, U.: Strategien zur Verzögerung des Fettverderbs in extrudierten Vollkornprodukten. ILU-Jahresber., 20 (2017).
7. Schneeweiß, R. & Bindrich, U.: Strategien zur Verzögerung des Fettverderbs in extrudierten Vollkornprodukten. ILU-Jahresber., 10 (2016).
8. Schneeweiß, R. & Bindrich, U.: Strategien zur Verzögerung des Fettverderbs in extrudierten Vollkornprodukten. ILU-Jahresber., 10 (2015).

#### 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: office@ilu-ev.de

Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V. (DIL)

Prof.-von-Klitzing-Straße 7

49610 Quakenbrück

Tel.: +49 5431 183-232

Fax: +49 5431 183-200

E-Mail: u.bindrich@dil-ev.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)

Godesberger Allee 125, 53175 Bonn

Tel.: +49 228 3079699-0

Fax: +49 228 3079699-9

E-Mail: fei@fei-bonn.de

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

gefördert durch/via



Das o. g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 125, 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.