

Einfluss einer Röstung auf gesundheitsrelevante Inhaltsstoffe und Wirkungen von beta-glucanreichen Getreidesorten (Gerste, Hafer)

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungsstellen:	<p>Universität Jena Institut für Ernährungswissenschaften Professur für Ernährungstoxikologie Prof. Dr. Michael Gleis/Dr. Wiebke Schlörmann</p> <p>Universität Jena Institut für Ernährungswissenschaften Lehrbereich Biochemie der Ernährung Prof. Dr. Stefan Lorkowski/Dr. Christine Dawczynski</p>
Industriegruppe(n):	<p>Verband der Getreide-, Mühlen- und Stärkewirtschaft e.V. (VGMS), Berlin Verband der deutschen Getreideverarbeiter und Stärkehersteller (VDGS) e.V., Berlin</p> <p>Projektkoordinatorin: Karin Dieckmann Dieckmann Cereals GmbH, Rinteln</p>
Laufzeit:	2017 - 2019
Zuwendungssumme:	€ 350.240,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

In zahlreichen Studien konnte bereits nachgewiesen werden, dass sich ein Verzehr von Ballaststoffen positiv auf die Prävention nicht ansteckender, chronisch verlaufender Erkrankungen, wie z. B. kardiovaskulärer Erkrankungen, Diabetes oder Darmkrebs, auswirken kann. Voraussetzung dafür ist aber, dass ausreichend protektive Stoffe aufgenommen werden. Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. (DGE) empfiehlt daher einen täglichen Ballaststoffverzehr von 30 g. Laut Nationaler Verzehrstudie II liegt die Ballaststoffaufnahme in Deutschland jedoch nur bei durchschnittlich 18 g/d und insbesondere bei jüngeren Menschen und Senioren noch niedriger. Ziel muss es daher sein, den Verzehr, insbesondere von Getreideballaststoffen, zu steigern. Dies könnte durch sensorisch attraktivere, z. B. geröstete Produkte erreicht werden.

Positive gesundheitliche Effekte, wie die Reduktion der postprandialen Blutglucose und der Insulinantwort sowie eine cholesterolsenkende Wirkung, wurden im Besonderen für lösliche Ballaststoffe aus Hafer und Gerste nachgewiesen. Verantwortlich für diese Effekte wird das in diesen Getreidesorten reichlich enthaltene β -Glucan gemacht. β -Glucan zählt zu den Nicht-Stärke-Polysacchariden und besteht aus 70 % (1-4)- und 30 % (1-3)-verknüpften β -D-Glucopyranosyl-Untereinheiten. Um eine Reduktion der postprandialen glykämischen Antwort zu erreichen, sollten 4 g β -Glucan aus jeweils 30 g verfügbaren Kohlenhydraten pro Mahlzeit aus Hafer oder Gerste aufgenommen werden. Eine Reduktion der Cholesterolkonzentration und eine damit verbundene Verminderung des Risikos für kardiovaskuläre Erkrankungen wird bei hypercholesterolemischen Patienten durch 3 g β -Glucan pro

Tag erzielt. β -Glucan wird von intestinalen Bakterien fermentiert, wobei potentiell chemopräventiv wirksame kurzkettige Fettsäuren (SCFA: Acetat, Propionat und Butyrat) im Darm gebildet werden. Neben dem Gehalt an β -Glucan beeinflussen auch dessen Struktur (z. B. die molekulare Masse) und die Stärkezusammensetzung sowie die Verarbeitung der Getreideprodukte und die daraus resultierende Bildung von resistenter Stärke die gesundheitlichen Effekte. Zum Einfluss des Röstens auf gesundheitsrelevante Parameter gab es bisher keine Untersuchungen.

Ziel des Forschungsvorhabens war es daher, diese Lücke zu schließen und Röstbedingungen zu etablieren, die zu sensorisch hochwertigen Gersten- und Haferprodukten führen, bei denen die wertgebenden Inhaltsstoffe und physiologischen Wirkungen erhalten bleiben. Es ist davon auszugehen, dass eine thermische Behandlung die chemische Struktur und damit die Bioverfügbarkeit von β -Glucan und Stärke modifiziert. Damit kann es auch zu veränderten physiologischen Effekten kommen. Diese physiologische Wirkung besteht dabei in der Modulation der metabolischen Antwort, die als Zusammenspiel von Sättigung, Glucose- und Lipidmetabolismus betrachtet werden sollte. Eine Abschätzung des metabolischen Effekts im Menschen sollte im Rahmen einer Humaninterventionsstudie erfolgen.

Forschungsergebnis:

Gerstenkerne und Gerstenflocken (fein, kernig) wurden von der Firma Dieckmann Cereals GmbH und Haferkerne und Haferflocken (fein, kernig) von der Firma Peter Kölln GmbH & Co. KGaA zu Verfügung gestellt. Die Röstung der Proben erfolgte durch die Probat-Werke, von Gimborn Maschinenfabrik GmbH. Die Acrylamidkonzentrationen in den Produkten stiegen mit steigenden Rösttemperaturen an. In Abhängigkeit von der Rösttemperatur konnten Acrylamidkonzentrationen von 27,9 - 752 $\mu\text{g}/\text{kg}$ in gerösteten Gerstenproben und von 11,5 - 1.100 $\mu\text{g}/\text{kg}$ in gerösteten Haferproben nachgewiesen werden. Die beste sensorische Bewertung erhielten bei 180 °C geröstete Gerstenflocken und Haferflocken, die bei 160 bzw. bei 170 °C geröstet wurden. Auf Basis der Acrylamidkonzentrationen und der senso-

rischen Bewertung wurden geröstete Hafer- (140 °C, 150 °C, 160 °C) und Gerstenproben (160 °C, 170 °C, 180 °C) für weitere Analysen ausgewählt. In Gersten- und Haferproben wurden β -Glucangehalte von 5,2 - 5,9 g/100 g bzw. 4,4 - 5,1 g/100 g gemessen, wobei keine Unterschiede zwischen rohen und gerösteten Proben bestanden. Ein Einfluss der Röstung auf die Gehalte an Stärke, Fett, Protein und Ballaststoffen konnte ebenfalls nicht beobachtet werden. Dagegen wiesen geröstete Hafer- und Gerstenproben signifikant geringere Viskositäten im Vergleich zu den Rohproben auf. Nach dem In-vitro-Verdau und der Fermentation waren die Ammoniumgehalte vor allem in den Fermentationsüberständen der Gerstenproben signifikant im Vergleich zum Fermentationsüberstand der Leerkontrolle (Blank) reduziert. Die Gehalte an SCFA waren in den Fermentationsüberständen roher und gerösteter Hafer- und Gerstenproben um bis zu 2,6-fach im Vergleich zum Blank erhöht. Die Fermentationsüberstände zeigten keine genotoxischen Effekte, konnten aber das Wachstum von LT97-Zellen zeit- und konzentrationsabhängig hemmen. Zudem wurde die Caspase-3-Aktivität durch die Fermentationsüberstände der Hafer- und Gerstenproben signifikant induziert. Die Expression von Genen des antioxidativen Schutzsystems und der Entgiftung (CAT, SOD2, GSTP1) wurden durch die Fermentationsüberstände teilweise signifikant induziert, wohingegen die Expression von GPX1 reduziert wurde. Insgesamt zeigte sich kein Einfluss des Röstprozesses auf die chemopräventiven Effekte von in vitro verdauten Hafer- und Gerstenproben.

An der Humaninterventionsstudie nahmen 32 Probanden teil, unter denen sich 10 Männer befanden. Zu Beginn der Studie wiesen die Studienteilnehmer (durchschnittliches Alter: 51 Jahre) einen Body Mass Index (BMI) von durchschnittlich 26 kg/m^2 und LDL-Cholesterolkonzentrationen im Plasma von $3,79 \pm 0,94 \text{ mmol}/\text{l}$ auf. Nach der dreiwöchigen Intervention mit den Getreideflocken sanken die Gesamtcholesterolkonzentrationen um ca. 5 %, wobei diese nach einem dreiwöchigen Verzehr von Toastbrot (Kontrollgruppe) um 4,4 % anstiegen. Die LDL-Cholesterolkonzentrationen sanken nach einem dreiwöchigen Verzehr von Hafer- oder Gerstenflocken zum Frühstück um durch-

schnittlich 6,2 %. Demzufolge konnte durch den regelmäßigen Verzehr der rohen sowie der gerösteten Gersten- und Haferflocken im Rahmen der Studie eine cholesterolsenkende Wirkung gezeigt werden.

Die durchschnittlichen Nüchtern-Blutzuckerwerte lagen zu Beginn der Studie bereits im Normalbereich und konnten durch die dreiwöchige Intervention mit den Flocken um durchschnittlich 0,1 mmol/l (1,5 mg/dl) gesenkt werden.

Durch den Verzehr von Ballaststoffen bildet sich im Darm eine visköse Masse. Dadurch können Nährstoffe aus der Nahrung, wie z.B. Zucker, nicht so schnell ins Blut aufgenommen werden. Demzufolge verläuft die Blutzuckerkurve nach einer Mahlzeit flacher. Da der Blutzuckerspiegel auch die Insulinausschüttung stimuliert, resultiert daraus auch ein flacherer Anstieg der Insulinkurve. Die reduzierte Blutzuckerantwort nach dem Verzehr von Hafer- und Gerstenflocken leistet einen Beitrag zur Senkung des Risikos für das Auftreten von Diabetes mellitus Typ 2 und kardiovaskulärer Erkrankungen.

Um den Einfluss der Intervention auf die Darmflora zu untersuchen, wurden die Konzentrationen flüchtiger Fettsäuren sowie der pH-Wert in den Fäzesproben untersucht. Durch die dreiwöchige Intervention zeigte sich kein Einfluss auf die genannten Parameter.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Die Bedeutung von Lebensmitteln mit einem gesundheitlichen Zusatznutzen nimmt zu und wird aufgrund der demographischen Entwicklung und zunehmender Gesundheitsrisiken zukünftig ein wesentlicher Faktor für die Marktchancen von Produkten sein. Für kleine und mittelständische Unternehmen ist es wichtig, diesen Markt auch in Zukunft zu bedienen, um am Wachstum dieses Marktsegments zu partizipieren. Hierfür sind wissenschaftlich abgesicherte Aussagen zu den gesundheitlichen Vorteilen von Rohstoffen und komplexen Lebensmitteln wichtig, da Unternehmen dieser Größe aufwändige Grundlagenuntersuchungen nicht aus Eigenmitteln finanzieren können.

Mit Gerste und Hafer stehen breit einsetzbare Rohstoffe für Frühstückscerealien, Backwaren, Snacks und Mittagsgerichte zur Verfügung. Die Ergebnisse aus den Studien können entsprechend auf alle Lebensmittel übertragen werden, die eine definierte Menge des Rohstoffs enthalten und eine vergleichbare Prozessierung aufweisen.

Die Untersuchungen liefern neue wissenschaftliche Belege zu den positiven Effekten eines Verzehrs β -glucanreicher Gersten- und Haferprodukte in Bezug auf die Verminderung von Risiken für chronische Erkrankungen, wie Diabetes mellitus Typ II, kardiovaskulärer Erkrankungen sowie Kolonkrebs. Ein Vergleich der Wirkungen unterschiedlicher Gersten- und Haferprodukte unter Berücksichtigung einer Röstung erlaubt den Unternehmen die gezielte Optimierung vorhandener sowie die Entwicklung und Vermarktung neuer Produkte (Müsli, Müsliriegel, Brote, Süßwaren) und eröffnet ihnen damit verbesserte Absatzchancen.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2019.
2. Glej, M., Zetzmann, S., Lorkowski, S., Dawczynski, C., & Schlörmann, W.: Chemopreventive effects of raw and roasted oat flakes after in vitro fermentation with human faecal microbiota. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 72 (1), 57-69 (2021).
3. Glej, M., Zetzmann, S., Lorkowski, S., Dawczynski, C. & Schlörmann, W.: Chemopreventive effects of raw and roasted oat flakes after in vitro fermentation with human faecal microbiota. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 72 (1), 57-69 (2021).
4. Schlörmann, W., Keller, F., Zetzmann, S., Lorkowski, S., Dawczynski, C. & Glej, M.: Impact of processing degree on fermentation profile and chemopreventive effects of oat and waxy barley in LT97 colon adenoma cells. *Eur. Food Res. Technol.* 247 (3), 569-578 (2021).
5. Schlörmann, W., Zetzmann, S., Wiege, B., Haase, N. U., Greiling, A., Lorkowski, S., Dawczynski, C. & Glej, M.: Impact of different roasting conditions on sensory properties and health-related compounds of oat products. *Food Chem.* 307, 125548 (2020).

6. Atanasov, J., Schlörmann, W., Trautvetter, U. & Gleib, M.: Einfluss von β -Glucanen auf die Darmgesundheit, Ernährungsumsch. 67 (3), 140-147 (2020).
7. Schlörmann, W. & Gleib, M.: Einfluss des Röstprozesses auf sensorische Parameter und gesundheitsrelevante Inhaltsstoffe von Gerste und Hafer. Lebensmittelchem. 74, 129–133 (2020).
8. Atanasov, J., Schlörmann, W., Trautvetter, U. & Gleib, M.: The Effects of beta-Glucans on Intestinal Health, Ernährungsumsch. 67 (3) 140-147 (2020).
9. Schlörmann, W., Atanasov, J., Lorkowski, S., Dawczynski, C. & Gleib, M.: Study on chemopreventive effects of raw and roasted beta-glucan-rich waxy winter barley using an in vitro human colon digestion model. Food Funct. 11 (3), 2626-2638 (2020).
10. Schlörmann, W., Atanasov, J., Lorkowski, S., Dawczynski, C. & Gleib, M.: Study on chemopreventive effects of raw and roasted beta-glucan-rich waxy winter barley using an in vitro human colon digestion model. Food Funct. 11 (3), 2626-2638 (2020).
11. Schlörmann, W., Zetzmann, S., Wiege, B., Haase, N. U., Greiling, A., Lorkowski, S., Dawczynski, C. & Gleib, M.: Impact of different roasting conditions on chemical composition, sensory quality and physicochemical properties of waxy-barley products. Food Funct. 10 (9), 5436-5445 (2019).
12. Schlörmann, W. & Gleib, M.: Gesundheitliches Potential von β -Glucan aus Gerste und Hafer. Ernährungsumsch. 64 (10), 145–149 (2017).

Weiteres Informationsmaterial:

Universität Jena
Institut für Ernährungswissenschaften
Professur für Ernährungstoxikologie
Dornburger Str. 24, 07743 Jena
Tel.: +49 3641 949-670
Fax: +49 3641 949-672
E-Mail: michael.gleib@uni-jena.de

Universität Jena
Institut für Ernährungswissenschaften
Lehrbereich Biochemie der Ernährung
Dornburger Straße 25, 07743 Jena
Tel.: +49 3641 9497-10
Fax: +49 3641 9497-12
E-Mail: stefan.lorkowski@uni-jena.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

