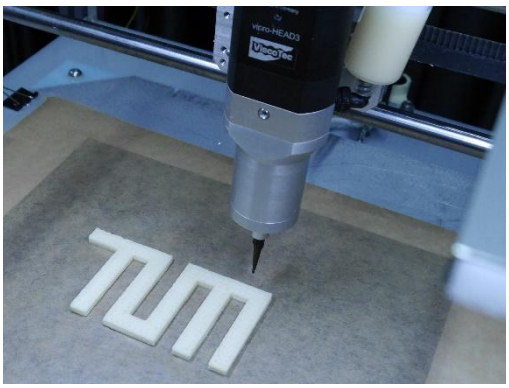
Einfluss von thermisch induzierten Strukturheterogenitäten auf die Texturwahrnehmung und Verdaubarkeit von Stärke in Lebensmitteln



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungseinrichtung(en):	Technische Universität München School of Life Sciences Forschungsdepartment Life Science Engineering Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie Prof. Dr. Thomas Becker/Thekla Alpers
Industriegruppe(n):	Verband der Getreide-, Mühlen- und Stärkewirtschaft e.V. (VGMS), Berlin
Projektkoordinator:	Dr. Anton Strahilov Dimitri Penner & Dr. Strahilov GbR, Karlsruhe
Laufzeit:	2025 – 2027
Zuwendungssumme:	€ 275.000,--

Forschungsziel

Stärke ist eine der wichtigsten Lebensmittelinhaltstoffe, da über die Menge und die physikochemischen Eigenschaften nicht nur die textuelle Wahrnehmung von Lebensmitteln (LM) beeinflusst wird, sondern Stärke auch eine primäre Energiequelle darstellt. Der Verzehr von stärkehaltigen Produkten führt in Folge der enzymatischen Stärkehydrolyse im Verdauungstrakt zu einer Erhöhung des Blutzuckerwertes. Das Ausmaß der glykämischen Last hängt dabei von der Struktur von Stärke im Lebensmittel (native oder verkleistert) und dem Kauverhalten der Konsumenten ab. Die Zusammenhänge zwischen der Textur von LM und dem Kauverhalten beim Verzehr wurden bisher allerdings nur ungenügend erforscht. So ist das Wissen zur Abhängigkeit der Intensität des Kauprozesses von der Textur von LM bisher begrenzt. Bekannt ist hingegen, dass die Intensität des Einspeichelns sowie der Zerkleinerung im Rahmen des Kauprozesses für den Verlauf der Stärkehydrolyse entscheidend sind. Eine Vorhersage des Verlaufes der Stärkehydrolyse und der postprandial resultierenden Glucosefreisetzung ist für Industrie und Forschung von großem Interesse. Letztere beschäftigt sich in den letzten Jahren daher zunehmend damit, den Anteil an langsam verdaulicher (slowly digestible starch, SDS) und resistenter Stärke (resistant starch, RS) zu erhöhen. Ein hoher Anteil an resistenter Stärke am Gesamtstärkegehalt in LM reduziert die glykämische Antwort, fördert durch das präbiotische Potential die Darmmikrobiota und trägt als Ballaststoff zur Förderung des Sättigungsgefühls bei. Im Fokus der Untersuchungen zur potentiellen Erhöhung des Anteiles an SDS und RS standen bisher rezepturseitige Ansätze, welche die Bildung von enzymresistenter Stärke fördern oder die Zugänglichkeit für die enzymatische Stärkehydrolyse erschweren. Die Verwendung von Additiven entspricht allerdings häufig nicht der Verbrauchererwartung. Alternative prozessseitige Ansätze zur Modulierung der

Glucosefreisetzung aus stärkebasierten LM sind bislang unterrepräsentiert. Ein möglicher Ansatz zur Reduktion der Geschwindigkeit der Stärkehydrolyse könnte darin bestehen, über die Reduktion der Kauintensität als Reaktion auf die LM-Textur die Rate der Glucosefreisetzung zu verlangsamen. Durch den Erhalt von größeren Partikeln kann die Glucosefreisetzung aus dem Digesta verlangsamt und der Anteil von schnellverdaulicher Stärke (rapidly digestible starch, RDS) verringert werden. Der Ansatz, das Kauverhalten über die LM-Textur zu modulieren, stellt dabei einen neuen Ansatz dar, um den Anteil an SDS und RS im LM erhöhen zu wollen.

Das Kauverhalten ist eine Reaktion auf die Textur von LM. Dabei bestimmen insbesondere das Bruchverhalten und der innere Zusammenhalt eines LM die Anzahl der Kauzyklen und die Kieferbewegung. Weitgehend unerforscht ist allerdings, ob durch die Variation der Textur und das daraus resultierende Kauverhalten auch die Bioverfügbarkeit von Stärke gesteuert werden kann. Limitiert ist die Forschung dabei insbesondere durch mangelnde Möglichkeiten zur Variation der Textur, da inhaltsstoffliche oder prozessseitige Beeinflussung zumeist auch die Bioverfügbarkeit der Inhaltsstoffe verändert. Eine Methode, mit welcher es möglich wird, die Textur von stärkebasierten LM bei gleichbleibender Bioverfügbarkeit der Stärke zu variieren, ist der LM 3D Druck. Durch die Variation des Wassergehaltes des Druckmaterials und der Anpassung der thermischen Nachbehandlung (post-processing) lässt sich gezielt der Verkleisterungsgrad der Stärke, der Wassergehalt der LM und somit die Festigkeit der Proben steuern. Dadurch wird die Modulation der Textur (hartes Gel vs. weiches Gel) bei konstanter LM-Struktur (Verkleisterungsgrad der Stärke) innerhalb eines LM erstmalig möglich. Diese Methode soll im Rahmen dieses Forschungsvorhabens genutzt werden, um anhand von stärkebasierten Matrices den Zusammenhang zwischen der Textur von stärkebasierten LM, dem Kauverhalten und der *in vitro* Bioverfügbarkeit von Stärke zu untersuchen.

Die offene Fragestellung, welche im Rahmen des Forschungsvorhabens beantwortet werden soll, ist, inwieweit die Nährstoffverfügbarkeit über das Kauverhalten als Antwort auf die LM-Textur moduliert werden kann. Ziel dieses Forschungsvorhabens ist daher, anhand von stärkebasierten Matrices, den Zusammenhang zwischen den Texturen von stärkebasierten LM, dem Kauverhalten der Konsumenten und der *in vitro* Bioverfügbarkeit von Stärke zu untersuchen. Dieses Forschungsziel beruht auf den Hypothesen, dass die Kaugeschwindigkeit und -dauer maßgeblich von der Textur des verzehrten LM beeinflusst wird und eine stärkere orale Prozessierung von stärkebasierten LM die Menge an RDS und SDS erhöht. Weiter wird hypothetisiert, dass das Kauverhalten durch die Struktur der LM gezielt gesteuert werden kann, indem die Festigkeit variiert wird und strukturelle Heterogenitäten genutzt werden. Dadurch soll der Stärkehydrolysegrad bei initial konstanter Stärkezugänglichkeit (vergleichbarer Stärkeverkleisterungsgrad), durch gezielte Nutzung von strukturellen Heterogenitäten reduziert bzw. gesteigert werden, indem die Kauintensität über die LM-Textur gesteuert wird. Im Forschungsvorhaben wird somit erstmalig eine systematische Aufklärung des Zusammenhangs zwischen der LM-Textur, dem Kaufverhalten und der Verdaubarkeit von stärkebasierter LM möglich. Dies legt die Grundlage für die Entwicklung von LM mit verbessertet Biofunktionalität. Ein möglicher Usecase könnte dabei das Bestreben zur Erhöhung des Anteiles an SDS und RS in LM sein, welche mögliche gesundheitsfördernde Eigenschaften hat.

Wirtschaftliche Bedeutung

Stärkehaltige Produkte sind ein wichtiger Bestandteil der menschlichen Ernährung. Die jährlich in Europa konsumierte Stärkemenge lag im Jahr 2021 bei 16,4 Gt und wird voraussichtlich bis zum Jahr 2026 auf 16,6 Gt ansteigen. In der LM-Branche besteht daher ein großes Interesse, die Qualität stärkehaltiger Produkte stetig zu verbessern, wobei insbesondere eine Erhöhung des Anteils an SDS und

RS im Fokus steht. Seit Jahren liegen gesunde Backwaren (Vollkorn, Bio, High-Protein, etc.) im Trend, die durch die erarbeiteten Erkenntnisse um texturoptimierte Produkte erweitert werden könnten. Dadurch können höhere Anteile an SDS und RS technologisch erzielt werden. Die Ergebnisse des Projektes können dabei von 3D Druck-Unternehmen direkt umgesetzt werden, wodurch diese KMU-geprägte Branche profitiert. So könnten 3D gedruckte diätische Lebensmittel für entsprechende Zielgruppen (z.B. Xerostomie-Patienten) bereits einen ersten Anwendungsfall darstellen. Vorteilhaft sind zudem die geringen Investitionskosten (~10.000 €) für diese Technologie, wodurch insbesondere KMU ein Alleinstellungsmerkmal etablieren könnten. Das erarbeitete Wissen ist aber nicht auf den Bereich 3D gedruckter Lebensmittel beschränkt. Durch die systematische Herangehensweise dieses Projekts können die Erkenntnisse auch auf konventionell hergestellte Lebensmittel übertragen werden. Dadurch profitieren vor allem die Betriebe der Snack- und Backwarenbranche, wobei letztere in Deutschland überwiegend durch KMU (durchschnittlich 25,4 Mitarbeiter/Betrieb) geprägt ist.

Weiteres Informationsmaterial

Technische Universität München
School of Life Sciences
Forschungsdepartment Life Science Engineering
Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie
Weihenstephaner Steig 20, 85354 Freising
Tel.: +49 8161 71-3262
Fax: +49 8161 71-3883
E-Mail: tb@tum.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)
Godesberger Allee 125, 53175 Bonn
Tel.: +49 228 3079699-0
Fax: +49 228 3079699-9
E-Mail: fei@fei-bonn.de

Förderhinweis

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

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

FORSCHUNGSKREIS DER ERNÄHRUNGSINDUSTRIE E.V.

INDUSTRIELLE GEMEINSCHAFTSFORSCHUNG

Das o. g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 125, 53175 Bonn, wird/wurde im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Bildnachweis - Seite 1: © TU München, Martin Heckl

Stand: 7. Juli 2025