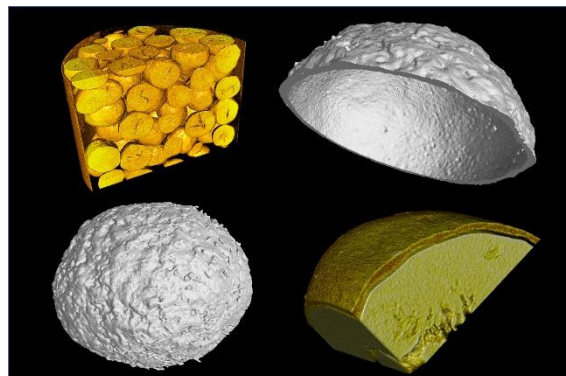


Lagerstabile Batchhomogenität von Schmelzcoating-Produkten



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungseinrichtung (en):	Technische Universität München School of Life Sciences Forschungsdepartment Life Science Engineering Lehrstuhl für Systemverfahrenstechnik, Freising Prof. Dr. Heiko Briesen
Industriegruppe(n):	Bundesverband der Deutschen Süßwarenindustrie e.V. (BDSI), Bonn VDMA-Fachverband Nahrungsmittel- und Verpackungsmaschinen e.V., Frankfurt
Projektkoordinator:	Karl-Heinz Peleikis Kahl & Co Vertriebsgesellschaft mbH, Trittau
Laufzeit:	2022 – 2026
Zuwendungssumme:	€ 274.339,--

Forschungsziel

Das Schmelzcoating ist ein häufig angewandter Prozessschritt bei der Formulierung von Lebensmitteln, Pharmazeutika und Chemikalien. Dabei werden wasserabweisende, lipidbasierte Coatings im geschmolzenen Zustand aufgetragen, welche sich anschließend verfestigen bzw. kristallisieren. Hierdurch können beispielsweise Aromen erhalten, Inhaltsstoffe geschützt, das Freisetzungsverhalten von Inhaltsstoffen gesteuert, Oberflächeneigenschaften verbessert oder der Geschmack maskiert werden. Im Vergleich zu lösungsmittelbasierten Verfahren zeichnet sich das Schmelzcoating durch kurze Prozesszeiten und einen geringen Energiebedarf aus; außerdem können durch dieses Verfahren Coatingmaterialien natürlichen Ursprungs verwendet werden. Während die Beschichtung eine effektive Wasserdampfbarriere aufweist, ist das mikrobielle Kontaminationsrisiko durch den wasserfreien Prozess gering.

Ein optimales Schmelzcoating muss verschiedene Bedingungen erfüllen: Zum einen sollte die Beschichtung eine möglichst gleichmäßige Dicke (Schichthomogenität) über das Partikel hinweg aufweisen, da hierdurch der gewünschte Schutzeffekt bei minimalem Ressourceneinsatz möglich ist. Zum anderen sollte diese Bedingung von jedem einzelnen Partikel eines Beschichtungsbatches erfüllt werden (Batchhomogenität). Bisherige Forschungsarbeiten zeigen jedoch, dass solche optimalen Schmelzcoatings deutlich schwieriger zu realisieren sind als lösungsmittelbasierte Coatings. Dies ist begründet durch das komplexe Zusammenspiel der Viskosität, des Kristallisationsverhaltens, der chemischen Zusammensetzung und der Benetzbarkeit. Eine unzureichende Prozessführung zur Umkristallisation während der Lagerung kann zum Ablösen der Coatingschicht vom Trägermaterial (Delamination) oder zu inhomogenen Schichtdicken führen. Diese Phänomene resultieren allesamt in einer Reduktion der Schutzwirkung aufgrund von Beschichtungsinhomogenitäten und verhindern eine lagerstabile Batchhomogenität von Schmelzcoating-Produkten.

Ziel des Forschungsvorhabens war es deshalb, Strategien zu entwickeln, um lagerstabile homogene Schmelzcoating-Produkte industriell herzustellen. Hierfür sollten die Ursachen für Inhomogenitäten, Delaminationen und Umkristallisationen während der Lagerung geklärt und Lösungsstrategien für deren Vermeidung entwickelt werden.

Forschungsergebnisse

Ziel des Forschungsvorhabens war die Entwicklung einer Prozessstrategie zur Herstellung von Schmelzcoating-Produkten mit hoher und lagerstabiler Batchhomogenität. Hierzu wurden die Ursachen von Beschichtungs-inhomogenitäten, Delaminationen und strukturverändernden Umkristallisationsvorgängen untersucht sowie Strategien zu deren Vermeidung entwickelt. Ein wesentlicher Fortschritt war die Entwicklung einer automatisierten bildanalytischen Methode zur Auswertung von μ CT-Daten. Dadurch konnten Delaminationen, unbeschichtete Oberflächenbereiche und lokale Schichtdicken erstmals automatisiert und quantitativ für große Partikelkollektive bestimmt werden.

Zur Untersuchung der Schichtbildung wurde ein neuer Versuchsstand zur Messung von Tropfengrößenverteilungen aufgebaut. Die Ergebnisse zeigten, dass die Tropfengröße einen entscheidenden Einfluss auf die Beschichtungsqualität besitzt. Kleine Tropfen mit enger Größenverteilung führten zu homogeneren Schichtdicken, geringeren Anteilen unbeschichteter Oberfläche und einer reduzierten Agglomerationsneigung. Ergänzend wurde ein Monte-Carlo-Simulationsmodell entwickelt und erfolgreich validiert, mit dem sich die resultierende Schichtdickenverteilung sowie die minimal notwendige Beschichtungs Menge vorhersagen lassen.

Ein weiterer Schwerpunkt lag auf der Untersuchung der Delamination. Mittels DSC-Messungen konnte gezeigt werden, dass Palmfett nach schneller Abkühlung instabile Kristallmodifikationen ausbildet, die während der Lagerung zu polymorphen Umwandlungen neigen. Diese Strukturänderungen wurden als wahrscheinliche Ursache für Delaminationsvorgänge identifiziert. Durch die Implementierung eines Temperingschrittes konnte die Kristallstruktur gezielt stabilisiert und die Neigung zu späteren Umkristallisationsprozessen deutlich reduziert werden.

Aus den gewonnenen Erkenntnissen wurden Handlungsempfehlungen für die industrielle Prozessführung abgeleitet. Wesentliche Elemente sind die Erzeugung möglichst feiner Tropfenkollektive durch hohe Zerstäubungsdrücke und moderate Sprühdichten sowie eine gezielte Temperaturführung mit integriertem Tempering. Die Kombination dieser Maßnahmen ermöglicht die Herstellung homogener und lagerstabiler Schmelzcoating-Produkte bei reduziertem Material-, Energie- und Zeitaufwand.

Wirtschaftliche Bedeutung

Gecoatete Produkte werden in einer ganzen Reihe von Lebensmittelteilbranchen, wie der Gewürzindustrie oder der Süßwarenindustrie, eingesetzt (Zitronensäure, Äpfelsäure, Puderzucker, diverse Gewürze und Aromen). Außerdem werden auch zahlreiche Pharmaprodukte, wie Cellets und Sugarspheres®, als Trägerpartikel für pharmazeutische Wirkstoffe gecoatet. Als Gegenmaßnahme bei typischerweise auftretenden Reklamationen wird in der Regel derzeit nur die Coatingmenge erhöht, anstatt durch eine verbesserte Prozessführung ressourcenschonende Lösungen herbeizuführen.

Die Möglichkeit einer wissensgetriebenen, qualitätsgesicherten Produktion schmelzgecoateter Produkte erlaubt auf lebensmitteltechnologischer und pharmazeutischer Anwendungsseite zudem die Umstellung auf lösungsmittelfreie Coatings. Außerdem kann durch optimierte Strategien die Coatingmenge reduziert und somit die Wirtschaftlichkeit der Prozesse erhöht werden. Durch die angestrebte Erhöhung der Lagerstabilität und der Homogenität der Coatings kann die Qualität und Schutzwirkung verbessert werden. Die größere Verbreitung von Schmelzcoatingprozessen erschließt nicht zuletzt auch neue Anwendungsfelder und Absatzmärkte für den Maschinen- und Anlagenbau. Gerade diese Unternehmen sind zumeist kleine und mittlere Unternehmen (KMU) ohne eigene Möglichkeiten für umfangreiche Prozessoptimierungen.

Wirtschaftliche Vorteile aus einer wissensbasierten, optimierten Prozessführung erwachsen somit aus einer gesteigerten Produktqualität, der Reduktion notwendiger Coatingmengen sowie einer generellen Verbreiterung der Anwendungsmöglichkeiten für Schmelzcoatings mit ihren bekannten Vorteilen (Naturstoffcharakter der Fette und Wachse, kurze Prozesszeiten, effektive Barrierewirkung, geringerer Energiebedarf etc.).

Publikationen (Auswahl)

1. FEI-Schlussbericht 2026
2. Schönig, N. & Briesen, H.: Intra- and interparticle coating homogeneity and minimum coating amount of hot melt coating products identified by Monte Carlo-Model. Powder Technology, 467, 121506. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2025.121506> (2025).

Weiteres Informationsmaterial

Technische Universität München
School of Life Sciences
Forschungsdepartment Life Science Engineering
Lehrstuhl für Systemverfahrenstechnik
Gregor-Mendel-Straße 4, 85354 Freising
Tel.: +49 8161 71-3272
Fax: +49 8161 71-4510
E-Mail: heiko.briesen@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:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



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.