

Vortrag für das Online-Seminar „Biobasierte Kunststoff-Verpackungen –
Aktuelles aus der Forschung“

Tatiana Andreiko, Fraunhofer UMSICHT
Tien Viet-Anh Vu, IKV Aachen
25.06.2024

Entwicklung einer flexiblen, stärkebasierten Schaumfolie für
Verpackungs- und Bauanwendungen – Vorstellung erster
Projektergebnisse



Fraunhofer-Institut für Umwelt-,
Sicherheits- und Energietechnik
UMSICHT



Projektdaten

Verbundvorhaben: Entwicklung einer flexiblen, stärkebasierten Schaumfolie für Verpackungs- und Bauanwendungen

Akronym: Stärkeschaumfolie

Projektpartner:

- Loick Biowertstoff GmbH
- Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik (UMSICHT)
- Institut für Kunststoffverarbeitung in Industrie und Handwerk an der RWTH Aachen (IKV Aachen)
- SHS plus GmbH
- Gefinex GmbH

Projekt-Laufzeit: Januar 2023 – Dezember 2025

Inhalt

1. Hintergrund und Problemstellung
2. Projektziel
3. Erste Ergebnisse und Ausblick
 - 3.1. Entwicklung und Charakterisierung stärkebasiertes Compound
 - 3.2. Schaumextrusion

Hintergrund und Problemstellung

Verringerung von CO₂-Emission, Zunahme der Bedeutung von nachwachsenden Rohstoffen

- Stärke als Rohstoff aus herkömmlichen Pflanzen wie z. B. Kartoffeln, Mais oder Weizen
- Einsatz von Stärke in der Kunststoffverarbeitung ist bekannt
- Stärke bzw. thermoplastische Stärke (TPS) ist bioabbaubar

Steigender Bedarf nach nachhaltigen, geschäumten Verpackungs- und Dämmmaterialien

- Schaumstoffverpackungen schützen, dämpfen und isolieren
- Häufig nur einmaliger Gebrauch



© Loick Broyerstoff GmbH

Hintergrund und Problemstellung

Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines neuartigen, geschäumten Materials, welches auf dem nachwachsenden Rohstoff Stärke basiert und als flexible, geschäumte Folie (auch Stärkeschaumfolie genannt) als Verpackungsmaterial oder im Bausektor Einsatz finden soll.



© Loick Broyerstoff GmbH

Projektziel

Schritt 1: Entwicklung eines stärkebasierten Blends

- Hoher biobasierter Kohlenstoffgehalt
- Kompostierbarkeit und/oder Recyclingfähigkeit ist angestrebt
- Verarbeitbar mit konventionellen Anlagen der Kunststoffindustrie
- Reduktion von Viskositäts- und Verarbeitungseinschränkungen

Schritt 2: Herstellung einer Stärkeschaumfolie aus dem Blend

- Flexible, geschäumte Folie
- Mittels Schaumfolienextrusion
- Geschlossenporige und feinzellige Schaumstruktur angestrebt
- Schaumdichten von weniger als 50 kg/m^3 und eine Schaumfoliendicke von mindestens 2 mm





Entwicklung und Charakterisierung stärkebasiertes Compound

Entwicklung und Charakterisierung stärkebasiertes Compound

Vorgehensweise



Materialbasis war nicht festgelegt



Materialscreening:

- Stärketypen (u.a. Mais-, Kartoffel-, Weizenstärke)
- Blendpolymere (u.a. PLA, PBS, PBAT)
- Weichmacher (u.a. Wasser, Glycerin, Harnstoff)
- Kompatibilisatoren
- Nukleierungsmittel

Entwicklung und Charakterisierung stärkebasiertes Compound

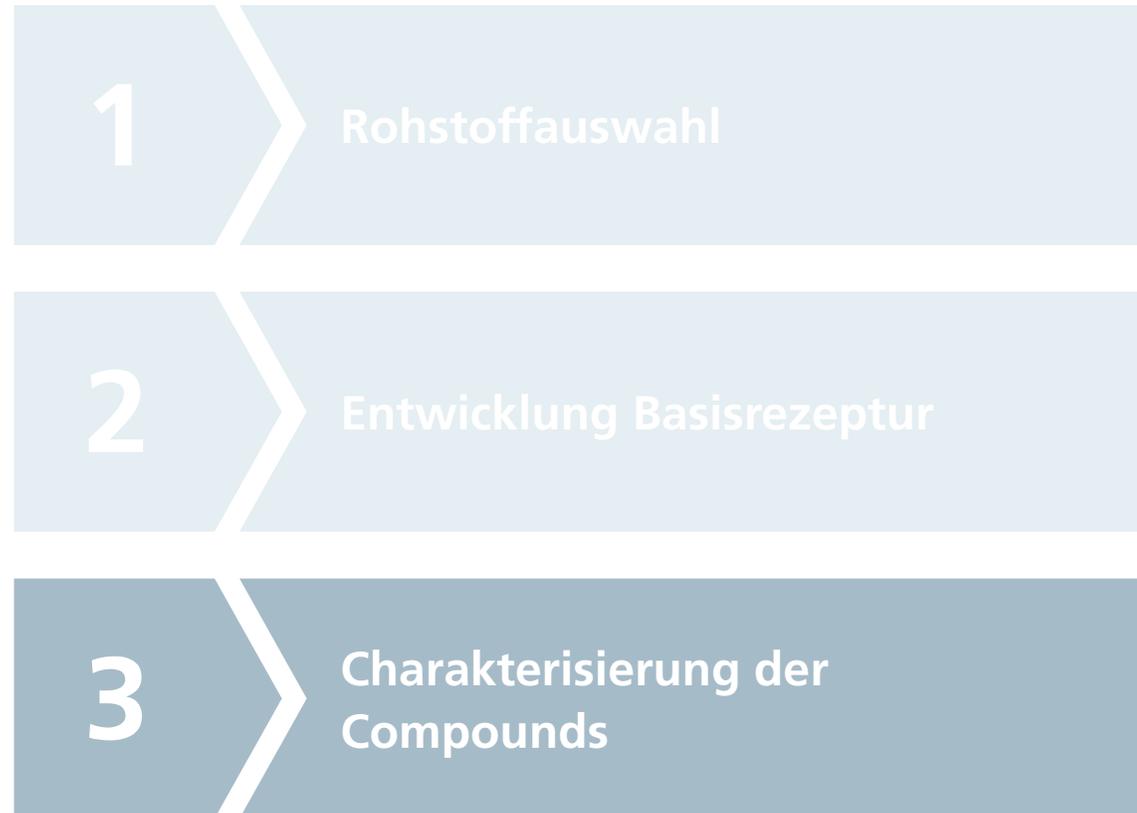
Vorgehensweise



1. Herstellung und Analyse von Blends aus den identifizierten Werkstoffen
2. Variation der eingesetzten Rohmaterialien als auch der Einsatzmenge
3. Basisrezeptur definiert (52% thermoplastische Stärke, 35% Blendpolymer, 13% Additive)
4. Erstes Scale-up auf einem Labordoppelschneckenextruder

Entwicklung und Charakterisierung stärkebasiertes Compound

Vorgehensweise



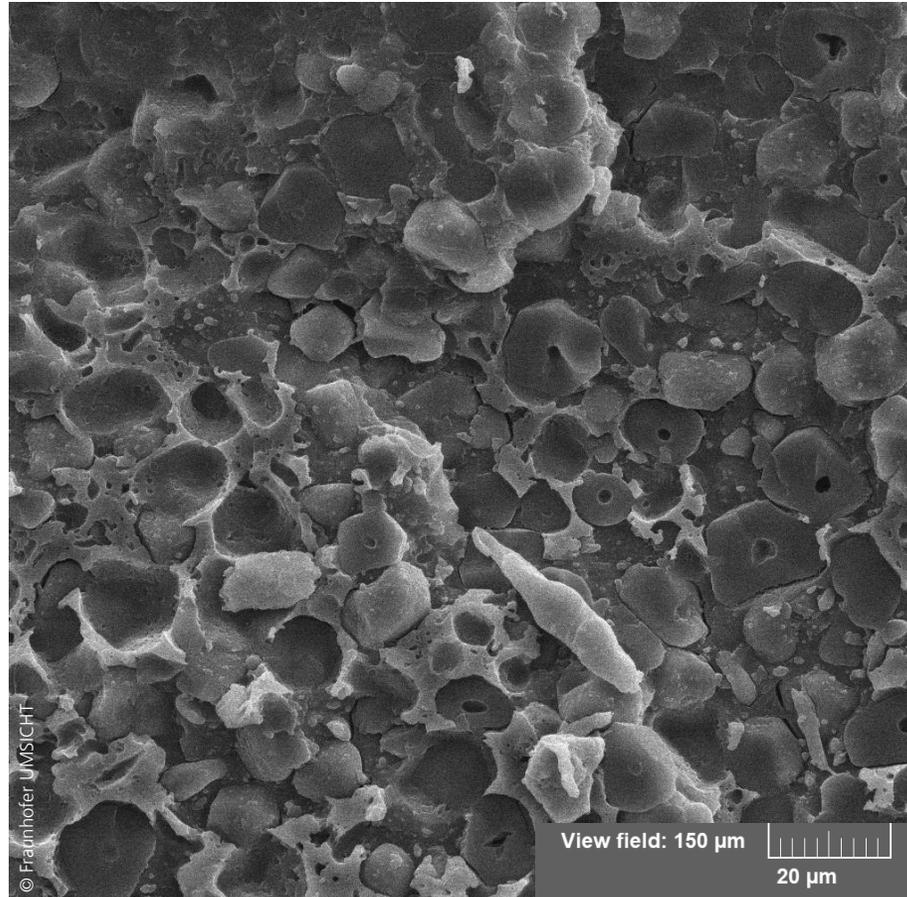
Eine Charakterisierung der Compounds durch

- Mikroskopie-Aufnahmen
- Dynamische Differenzkalorimetrie-Analyse (DSC)
- Schmelze-Massefließrate-Bestimmung (MFR)
- Zugprüfung
- Rheologische Analysen
 - Oszillatorische Rheometrie
 - Rheotens

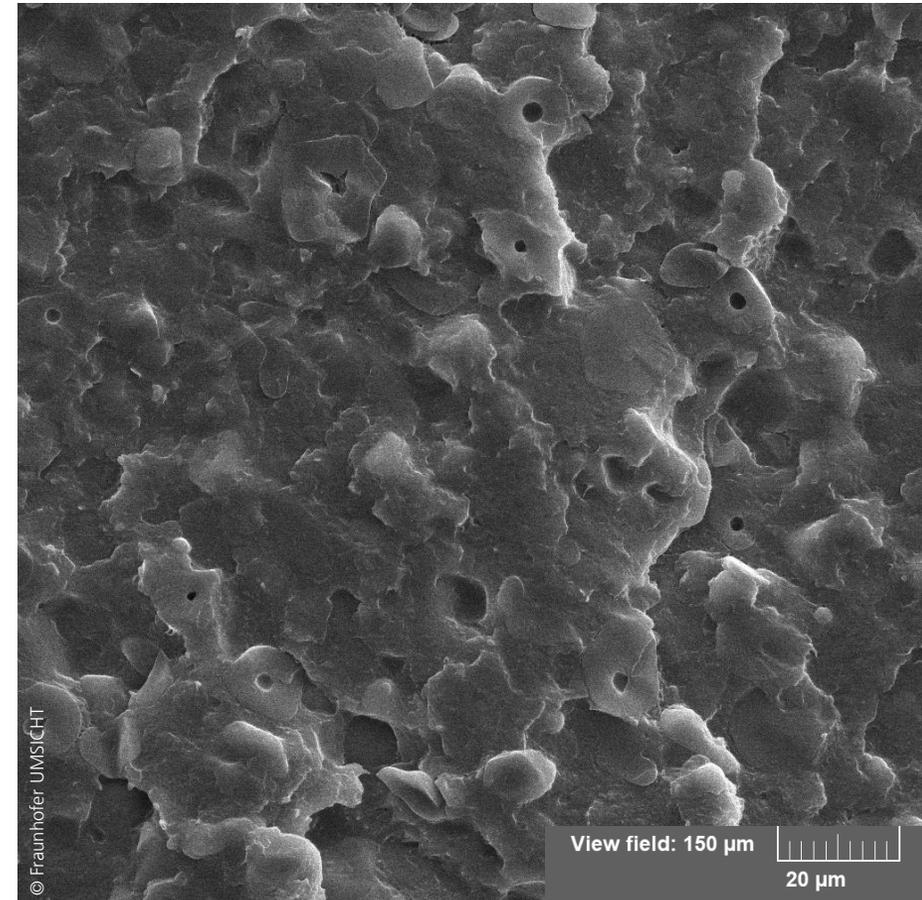
Entwicklung und Charakterisierung stärkebasiertes Compound

Mikroskopie-Aufnahmen

Blendrezeptur ohne Kompatibilisator

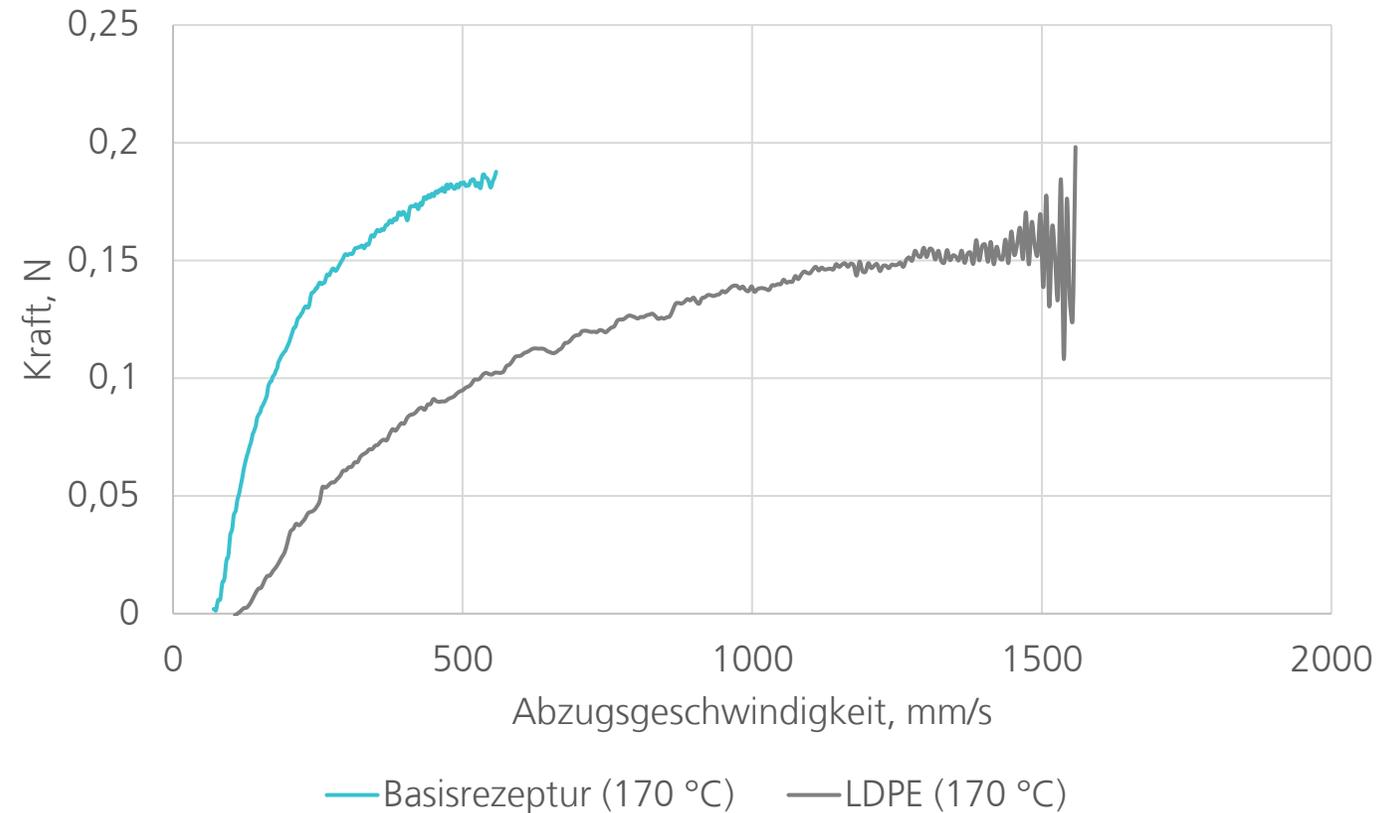
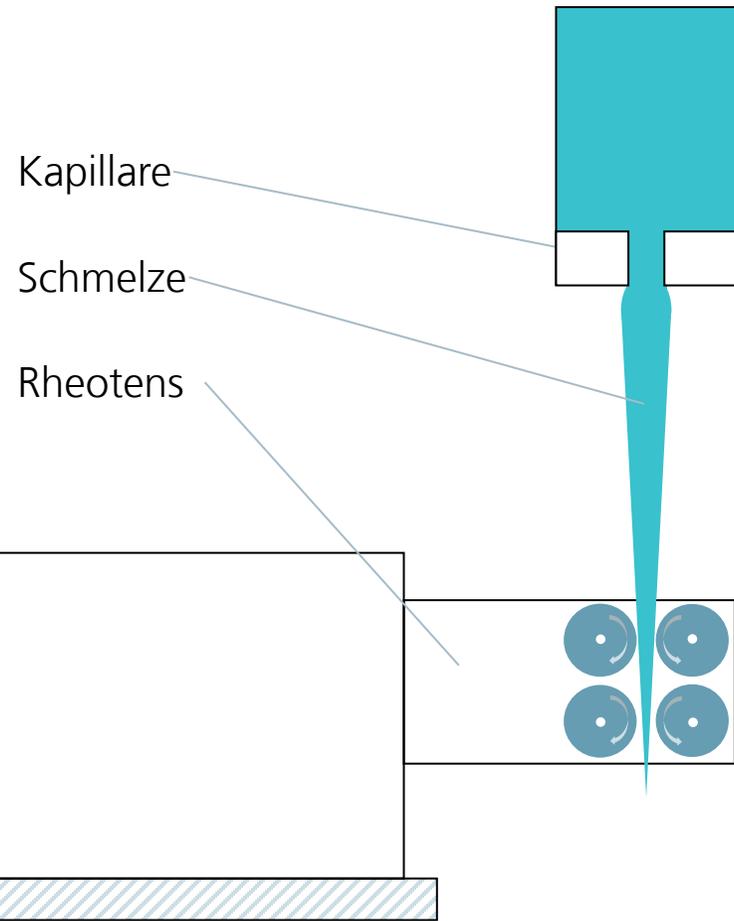


Blendrezeptur mit Kompatibilisator



Entwicklung und Charakterisierung stärkebasiertes Compound

Rheologische Messungen



Entwicklung und Charakterisierung stärkebasiertes Compound

Herstellung von Flachfolien

- Weiterverarbeitung der entwickelten Compounds zu Flachfolien
- ↓
- Erste Erkenntnisse zur Verarbeitbarkeit der Werkstoffformulierung während des Extrusionsschäumens



(links) Flachfolienextrusion von der Basisrezeptur, und (rechts) Flachfolie aus Basisrezeptur (Foliendicke 290 μm)

Ausblick

Bisherige Ergebnisse

- Identifikation geeigneter Rohstoffe
- Herstellung eines funktionsfähigen Stärkecompounds
- Scale-up Herstellung des Granulats mit Basisrezeptur erfolgreich
- Flachfolie mit guten Eigenschaften hergestellt, die für andere Anwendungen interessant sein könnte

Nächste Schritte

- Rezepturoptimierung
 - Erhöhung des Stärkeanteils
 - Verbesserung der Dehnbarkeit der Schmelze
- Analyse von End-of-Life-Szenarien und Verwertungsmöglichkeiten

Urheberrechtshinweis

Bitte beachten

Die Inhalte dieser Präsentation (Texte, Grafiken, Fotos, Logos etc.) und die Präsentation selbst sind urheberrechtlich geschützt. Sie wurden durch das Fraunhofer UMSICHT selbständig erstellt.

Eine Weitergabe von Präsentation und/oder Inhalten ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Fraunhofer UMSICHT (Kontakt s. Infokasten) zulässig.

Ohne schriftliche Genehmigung des Fraunhofer UMSICHT dürfen dieses Dokument und/oder Teile daraus nicht weitergegeben, modifiziert, veröffentlicht, übersetzt oder reproduziert werden, weder durch Fotokopien, Mikroverfilmung, noch durch andere – insbesondere elektronische – Verfahren. Der Vorbehalt erstreckt sich auch auf die Aufnahme in oder die Auswertung durch Datenbanken. Zuwiderhandlungen werden gerichtlich verfolgt.

© Fraunhofer UMSICHT, 2024

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an

Fraunhofer-Institut für Umwelt-,
Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT
Osterfelder Straße 3
46047 Oberhausen

Iris Kumpmann
Kommunikation
Tel.: +49 208 8598-1200
E-Mail: iris.kumpmann@umsicht.fraunhofer.de

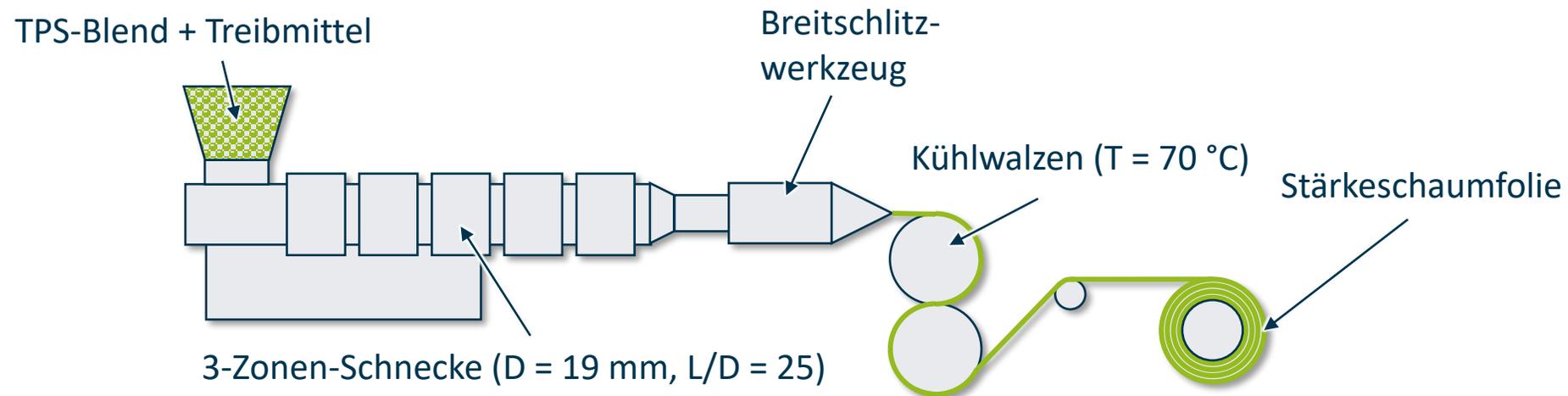


Schaumextrusion

Identifizierung eines Prozessfensters zur Schaumverarbeitung

Prüfung der Schäumbarkeit im Labormaßstab

- Einsatz eines endothermen Treibmittel-Masterbatches mit geringer Aktivierungstemperatur (135 °C)
 - Dosierung: 1 Gew.-%, 2 Gew.-%, 5 Gew.-% Treibmittelmasterbatch



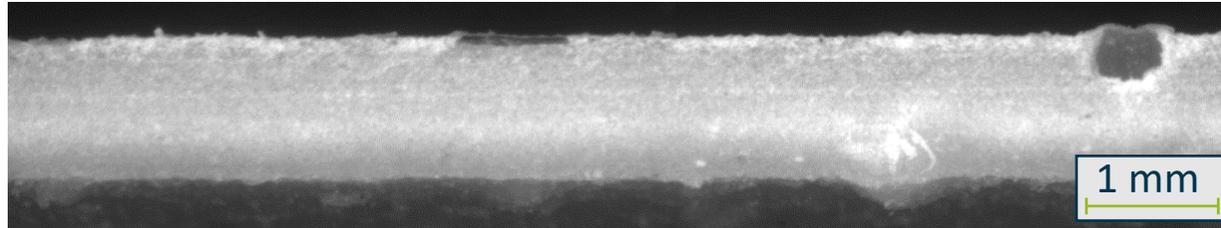
- Verarbeitungstemperatur aus Vorversuchen
- Senkung der Werkzeugtemperatur zu Erhöhung des Druckniveaus



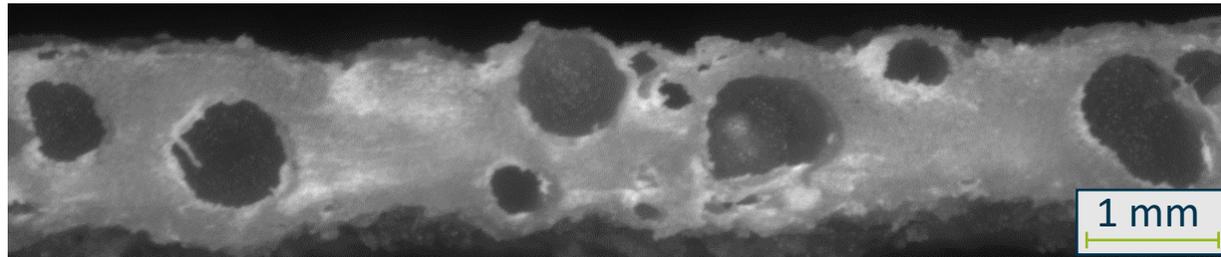
- Prozessfenster:
 $T_{\text{Extruder}} = 170 \text{ °C} - 185 \text{ °C}$
 $T_{\text{Werkzeug}} = 130 \text{ °C} / 145 \text{ °C}$

Resultierende Schaumstrukturen der Stärkeschaumfolien

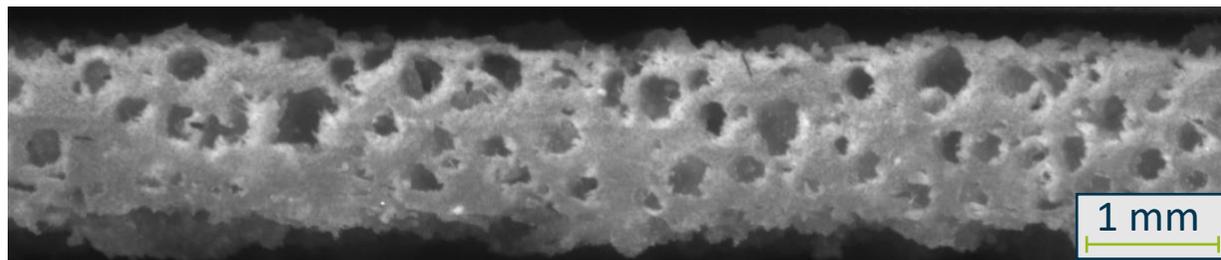
1 Gew.-% Treibmittelmasterbatch, $T_{\text{Werkzeug}} = 145 \text{ }^\circ\text{C}$



2 Gew.-% Treibmittelmasterbatch, $T_{\text{Werkzeug}} = 130 \text{ }^\circ\text{C}$



5 Gew.-% Treibmittelmasterbatch, $T_{\text{Werkzeug}} = 130 \text{ }^\circ\text{C}$

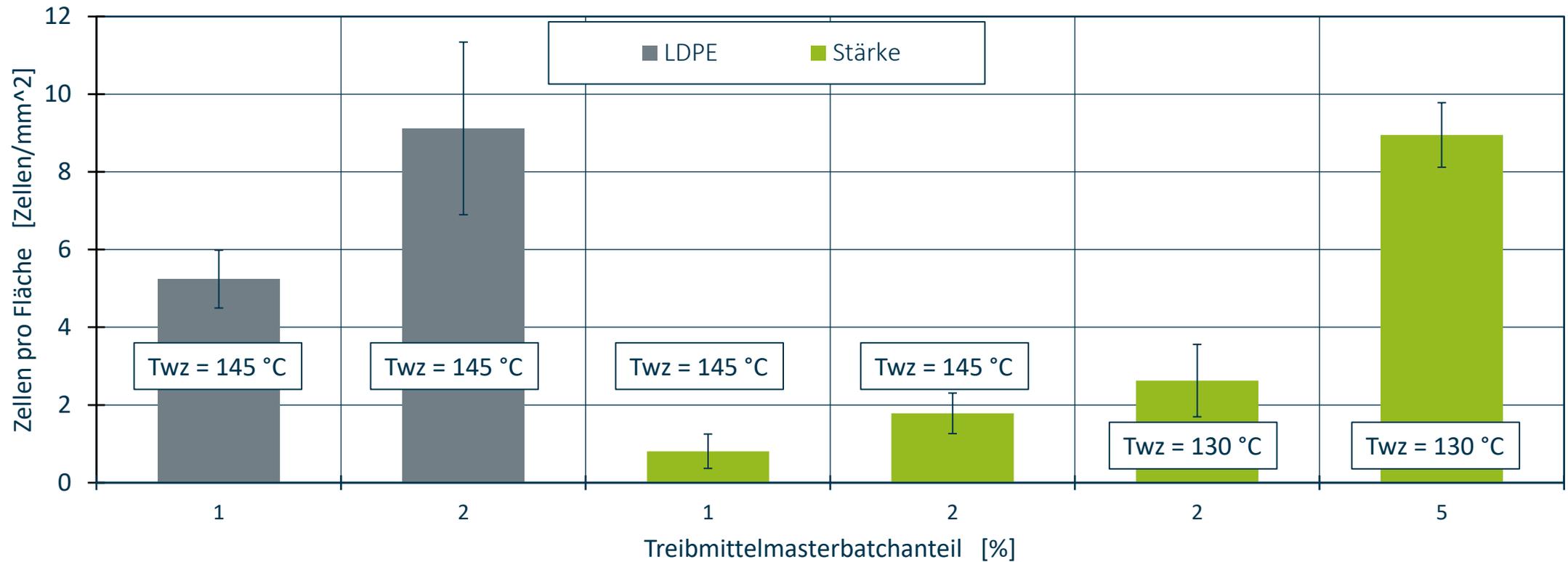


Treibmittelanteil

- Überwiegend kompakt
- 1 Gew.-% Treibmittelmasterbatch → keine bis geringe Zellbildung
- Geringe Nukleierung
- Wenige, jedoch große Zellen
- Vermehrte Zellbildung und höhere Zelldichte
- Feinere Zellstruktur erzielbar

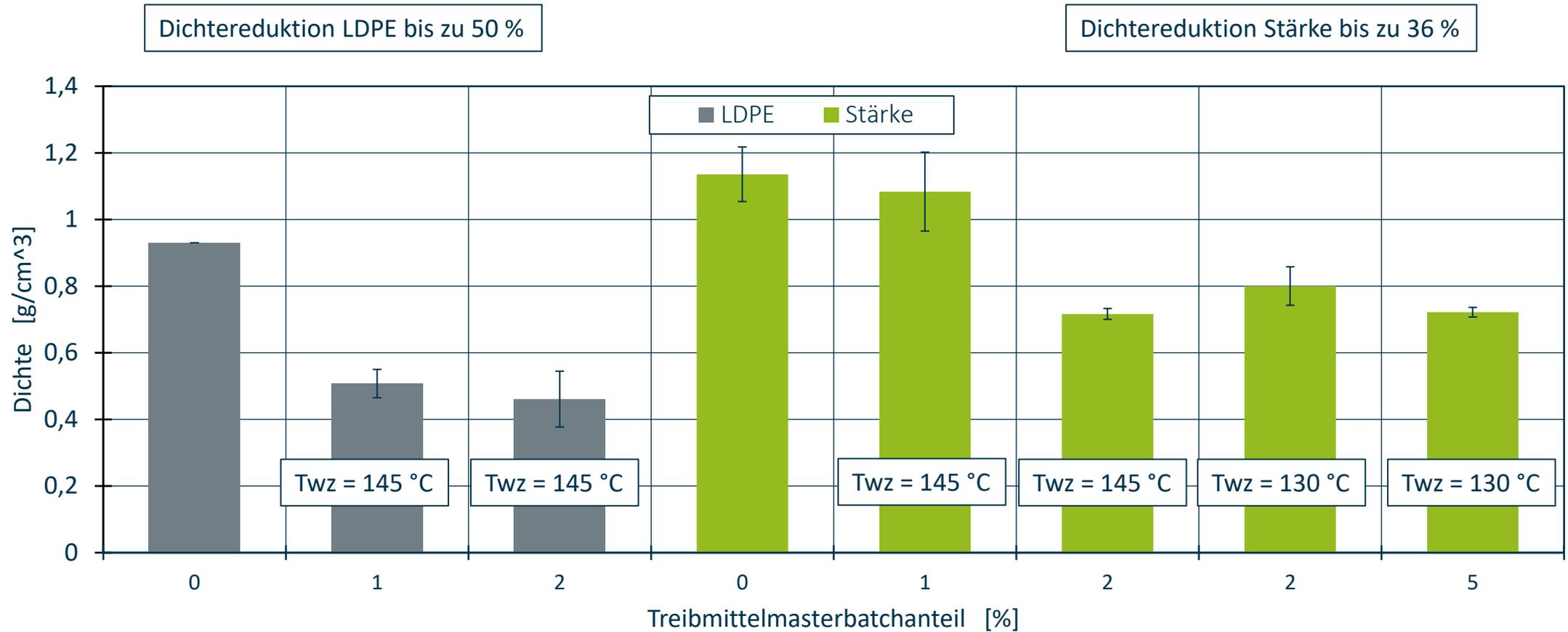
Ausgewertete Zellenanzahl pro Fläche

Maß für die Zellbildung



Rohdichten der Folien

Dichtereduktion infolge des Aufschäumvorgangs



Fazit & Ausblick

- Die getestete Materialrezeptur erweist sich im Hinblick auf die Verarbeitungseigenschaften sowie den rheologischen Eigenschaften als vielversprechend.
 - Erste Schaumversuche belegen, dass die Materialrezeptur extrudierbar und schäumbar ist.
 - Erster Scale-Up auf größere physikalische Schaumextrusionsanlage ist erfolgt. Höhere Dichtereduktionen sind hierbei zu erwarten.
-
- Es sind weitere Materialrezepturen, Prozessparameter und Treibmittelanteile zu untersuchen, um die Verarbeitung auf der Scale-Up-Anlage erfolgreich durchzuführen.
 - Bioabbaubarkeit der TPS-Blends sind zu klären.



Danksagung

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft unter den Förderkennzeichen 2220NR291B und 2220NR291C gefördert. Dem Projektträger Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) und dem BMEL gilt unser Dank.



Weiterhin gilt unser Dank den Projektpartnern des Konsortiums.



Danksagung

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft unter den Förderkennzeichen 2220NR291B und 2220NR291C gefördert. Dem Projektträger Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) und dem BMEL gilt unser Dank.



Weiterhin gilt unser Dank neben den Projektpartnern des Konsortiums auch den Firmen Avient Colorants (Deutschland) GmbH, Ahrensburg, und Tramaco GmbH, Tornesch, sowie Saudi Basic Industries Corporation, Riad, Saudi-Arabien, sowie für die Bereitstellung von Additiven, Treibmitteln und Versuchsmaterialien.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Ihre Fragen beantworten wir gerne.

Tien Viet-Anh Vu

Extrusion thermoplastischer Schäume

Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV)
in Industrie und Handwerk an der RWTH Aachen

Seffenter Weg 201, 52074 Aachen, Germany

E-Mail: vietanh.vu@ikv.rwth-aachen.de

Telefon: +49 241 80-98835

www.ikv-aachen.de

Tatiana Andreiko

Zirkuläre und biobasierte Kunststoffe

Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und
Energietechnik UMSICHT

Siemensring 53, 47877 Willich, Germany

E-Mail: tatiana.andreiko@umsicht.fraunhofer.de

Telefon: +4920885981356

www.umsicht.fraunhofer.de