

Faserformverpackungen

Faserformverpackungen werden zunehmend als Alternative zu herkömmlichen Kunststoffverpackungen angesehen. Sie basieren auf Frisch- oder Recyclingfasern, die zu einer Fasersuspension aufbereitet, in die gewünschte Form gebracht sowie getrocknet und verdichtet werden. Auf diese Weise entstehen stabile, dreidimensionale Verpackungsteile für unterschiedliche Anwendungen.

Klassifikation von Faserformverpackungen

Faserformprodukte werden anhand des Herstellungsverfahrens und charakteristischer Produktmerkmale in vier Kategorien eingeteilt. Die Klassifikation berücksichtigt insbesondere Formgebungs- und Trocknungskonzept, Verdichtungsgrad, Wandstärke, Oberflächenstruktur und Nachbearbeitungsgrad.

	Dickwandig (Thick Wall)	Transfergeformt (Transfer Molded)	Thermogeformt (Thermoformed / Thin Wall)	Nachbearbeitet (Processed)
				
Herstellung	Faserabscheidung und Entwässerung auf offenem Siebformwerkzeug mittels Vakuum; separate Trocknung im Ofen	Faserabscheidung und Entwässerung auf Siebformwerkzeug mittels Vakuum; Transfer des feuchten Formlings auf eine zweite Form; separate Trocknung im Ofen	Faserabscheidung und Vorentwässerung auf Siebformwerkzeug mittels Vakuum; Pressen, Verdichten und Trocknen im beheizten Werkzeug	Weiterverarbeitung eines geformten Basisprodukts, z.B. Beschichten, Laminieren, Bedrucken oder Prägen
Hauptmerkmale	Wandstärke 5-10 mm; geringe Präzision; eine glatte und eine raue Seite	Wandstärke 3-5 mm; bessere Messgenauigkeit; relativ glatte Oberflächen auf beiden Seiten	Wandstärke 0.4-1.5 mm; hohe Dichte und glatte Oberflächen; hohe Detailgenauigkeit	Verbesserte Funktion, Barriere oder Optik
Typische Anwendungen	Schutzverpackungen für schwere Güter, Industrielle Polster, Pflanz- und Transportbehälter	Eierkartons, Getränketräger, leichte Schutzverpackungen, Elektronikverpackungen	Lebensmittelverpackungen, Papierflaschen, Elektronikverpackungen, Kosmetikschalen	beschichtete Lebensmittelverpackungen, fett- und feuchtebeständige Schalen

Die vier Kategorien unterscheiden sich deutlich in ihrer Eignung für unterschiedliche Verpackungsanwendungen. Für Lebensmittelverpackungen mit hohen Anforderungen an Formgenauigkeit, Oberflächenstruktur und funktionale Eigenschaften sind insbesondere thermogeformte und nachbearbeitete Faserformprodukte relevant.

Faserformverfahren: Grundprinzip der nassbasierten Herstellung

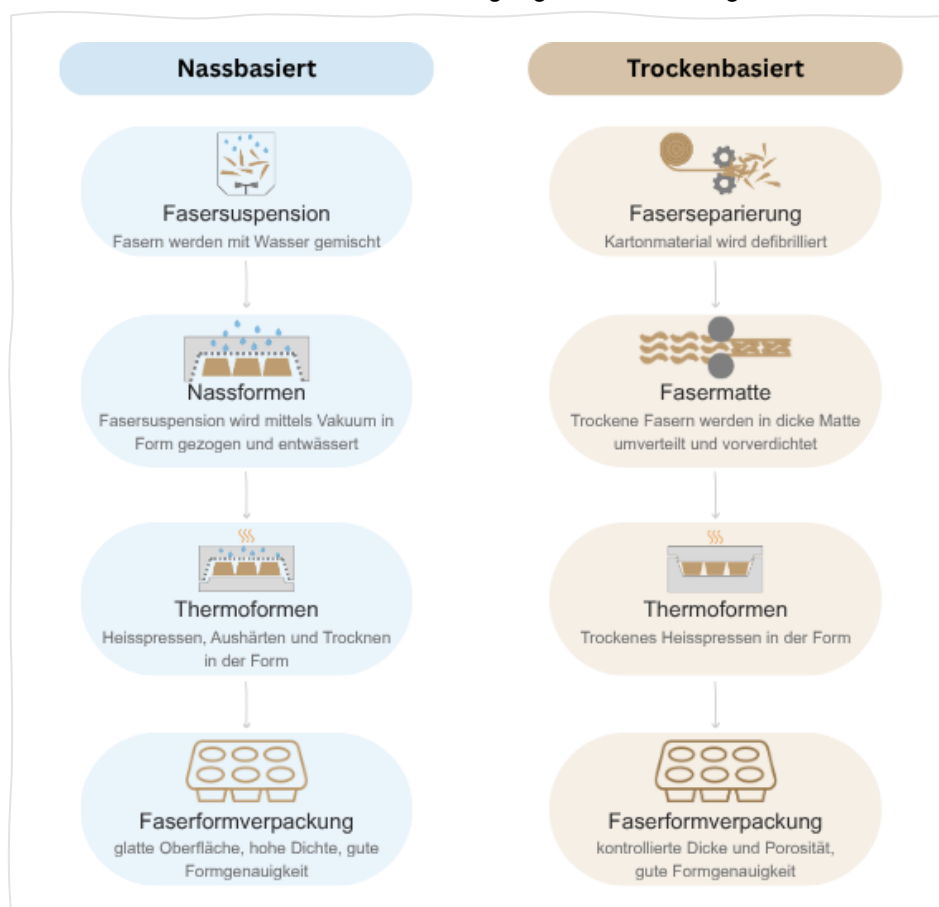
Dickwandige, transfereformte und nassbasiert thermogeformte Faserformprodukte basieren auf demselben nassbasierten Grundprozess. Dabei werden Fasern aus einer wässrigen Suspension ($< 1-4\%$ Feststoffgehalt) mittels Vakuum auf einem Siebformwerkzeug abgeschieden und vorentwässert. Der entstehende Formling wird anschliessend je nach Faserformverfahren unterschiedlich getrocknet und weiterverarbeitet. Der Trocknungsschritt ist dabei prozessbestimmend, da ein grosser Teil des Energie- und Zeitaufwands auf die Entfernung des verbleibenden Wassers entfällt. Das Endprodukt weist typischerweise eine Restfeuchte von etwa 4-8 % auf.

Thermogeformte Faserformverpackungen: Technologie und Prozessansätze

Beim Thermoformen werden Formgebung, Verdichtung und Trocknung in einem beheizten Werkzeug kombiniert. Durch die gleichzeitige Einwirkung von Druck und Temperatur entstehen dichtere Faserstrukturen, wodurch die mechanischen Eigenschaften des Endprodukts verbessert werden. Im Vergleich zu separater Ofentrocknung ermöglicht Thermoformen glattere, dünnwandigere Geometrien mit höherer Formgenauigkeit. Für Lebensmittelverpackungen ist dieses Verfahren besonders relevant, da es hochwertige Oberflächen und präzise Verpackungsformen ermöglicht.

Nass- und trockenbasierte Prozessansätze

Thermogeformte Faserformverpackungen können neben nass- auch trockenbasiert hergestellt werden. Die beiden Prozessansätze unterscheiden sich vor allem in der Erzeugung des Vorformlings.



Nassbasierte Verfahren bilden aus einer wässrigen Fasersuspension zunächst einen feuchten Vorformling, der anschliessend im beheizten Werkzeug gepresst, verdichtet und getrocknet wird. Trockenbasierte Verfahren verwenden dagegen trockene, defibrierte Kartonfasern oder Kartonlamine, die mit Hilfe eines Luftstroms zu dickeren Fasermatten umverteilt, gegebenenfalls mit Tissue- oder Sprüschichten kombiniert und direkt unter Druck und Temperatur geformt und verdichtet werden.

Einordnung der Prozessansätze

Nassbasiert

- Technologisch etabliert und prozessstabil
- Hoher Wasser- und Energieeinsatz, insbesondere durch die Trocknung
- Hohe Prozesssicherheit und Produktqualität, Effizienz durch Wasserentzug und Trocknung begrenzt

Trockenbasiert

- Industrielle Umsetzung bisher weniger weit fortgeschritten
- Reduzierter Wasserverbrauch, Trocknungsaufwand und Energiebedarf
- Potenzial für effizientere Prozesse und gezieltere Kontrolle der Materialstruktur

Funktionale Optimierung für Lebensmittelverpackungen

Die Eigenschaften thermogeformter Faserformprodukte werden durch Faserzusammensetzung und Prozessparameter beeinflusst. Zellulosefasern weisen jedoch von Natur aus Einschränkungen hinsichtlich Zugfestigkeit, Flexibilität, Feuchte- und Fettbeständigkeit sowie Barriereeigenschaften auf. Für den Einsatz in breiteren Lebensmittelanwendungen müssen ihre mechanischen und funktionellen Eigenschaften gezielt optimiert werden.

Funktionalisierung	Ziel / Effekt
Additive im Faserstoff	Verbesserung von Festigkeit, Feuchte- und Fettbeständigkeit
Oberflächenbehandlungen	Verbesserung von Glätte, Bedruckbarkeit und Haftung von Beschichtungen
Dispersionsbeschichtungen	Verbesserung von Fett- und Feuchtebeständigkeit; teilweise siegelbar
Polymerbeschichtungen	höhere Barriere, Feuchte-/Fettschutz und Siegelbarkeit
Laminierung	starke Barriere- und Siegelfunktionen
Druckfarben, Klebstoffe und Dekorelemente	Bedruckung, Kennzeichnung, Markenauftritt und zusätzliche Funktionselemente

Mit zunehmender Funktionalisierung steigt jedoch häufig die Materialkomplexität, was Recyclingfähigkeit, Kosten und Nachhaltigkeitsbewertung beeinflussen kann.

Recyclingfähigkeit und Nachhaltigkeitsbewertung

Die Recyclingfähigkeit und Nachhaltigkeitsbewertung von Faserformverpackungen lässt sich nicht allein aus der faserbasierten Rohstoffbasis ableiten. Je nach Materialaufbau, Funktionalisierung und Anwendung können sich deutliche Unterschiede in Verwertbarkeit und Umweltwirkung ergeben.

Bewertungsaspekt	Einordnung
Materialaufbau	Faseranteil, Funktionalisierungen und zusätzliche Komponenten beeinflussen Faserauflösung und reale Recyclingfähigkeit
Prozessaufwand	Herstellungsverfahren beeinflussen den Ressourcenbedarf; trockenbasierte Ansätze können gegenüber nassbasierten Verfahren Effizienzvorteile bieten
Lebensmittelkontakt	Verschmutzungsgrad durch Lebensmittelanhaftungen: Fett-/Ölrückstände, Feuchtigkeit und organische Rückstände können Recyclingprozesse stören und die Faserqualität mindern
Recyclinginfrastruktur	Reale Verwertbarkeit abhängig von Verpackungsdesign sowie regionalen Sammel- und Sortierprozessen, Anlagenlayouts und technologischen Grenzen; Funktionalisierungen können bestehende Recyclingprozesse stören
Ökologische Bewertung	Gesamtbewertung abhängig von Rohstoffbasis, Materialgewicht, Energie-/Wasserbedarf, Funktionalität, End-of-Life sowie Produktschutz und Lebensmittelverlusten

Eine belastbare Nachhaltigkeitsaussage ist daher nur anwendungs- und funktionsbezogen möglich. Entscheidend ist, ob die konkrete Verpackung bei vergleichbarer Schutzfunktion, Haltbarkeit und End-of-Life-Situation ökologische Vorteile bietet.

Marktentwicklung und Technologietrends

Der Markt für faserbasierte Verpackungen wächst robust, getrieben durch Kunststoffreduktion, regulatorische Anforderungen und die Nachfrage nach erneuerbaren Verpackungslösungen. Neben etablierten Anwendungen entstehen zunehmend neue Produktkonzepte, bei denen Faserformtechnologien für anspruchsvollere Verpackungsformen weiterentwickelt werden.

Zentrale Entwicklungsrichtungen

- Anwendungserweiterung: Entwicklung neuer Produktformen wie faserbasierte Becher, Flaschen, Deckel und Verschlüsse zusätzlich zu klassischen Trays und Schalen
- Material- und Prozessentwicklung: alternative Faserquellen sowie Weiterentwicklung trockenbasierter Formgebungsverfahren zur Reduktion von Ressourcen- und Trocknungsaufwand
- Barriereentwicklung: PFAS-freie und recyclingkompatible Lösungen für Fett-, Feuchte- und Sauerstoffschutz
- Industrialisierung: Skalierung, Prozessstabilität und Integration in bestehende Abfüll-, Siegel- und Verpackungslinien
- Design for Recycling: stärkere Ausrichtung auf reale Recyclingfähigkeit und regionale Verwertungsprozesse

Fazit: Potentiale und Herausforderungen

Im Bereich der Faserformverpackungen wurden in den letzten Jahren deutliche technologische Fortschritte erzielt und die Einsatzmöglichkeiten insbesondere im Lebensmittelbereich erweitert. Gleichzeitig bestehen weiterhin Herausforderungen hinsichtlich Funktionalität, Wirtschaftlichkeit und industrieller Umsetzung.

Potentiale

- Faserformverpackungen bieten Potential zur Reduktion fossiler Kunststoffe in geeigneten Lebensmittelanwendungen.
- Fortschritte bei Thermoformung und Funktionalisierung erweitern das Einsatzspektrum von Faserformverpackungen, insbesondere für hochwertige Lebensmittelanwendungen mit Barriereanforderungen
- Trockenbasierte Verfahren gelten als vielversprechender Entwicklungsansatz zur Reduktion von Materialeinsatz und Prozessressourcen.
- Neue Technologien ermöglichen komplexere Produktkonzepte, automatisierte Produktionsprozesse und wachsendes Marktpotential bei wirtschaftlicher Skalierung.

Herausforderungen

- Kosten und Wirtschaftlichkeit stellen weiterhin wesentliche Hürden für die grosstechnische Herstellung dar.
- Fasergewinnung und -verarbeitung sind mit Herausforderungen hinsichtlich Rohstoffqualität, Faseraufbereitung und homogener Materialeigenschaften verbunden.
- Lebensmittelverpackungen stellen hohe Anforderungen an Barriereigenschaften, Feuchte- und Fettbeständigkeit sowie mechanische Festigkeit.
- Zusätzliche Funktionalisierungen können Zielkonflikte zwischen Produktschutz, Recyclingfähigkeit und Nachhaltigkeit verursachen.
- Herkömmliche nassbasierte Herstellungsverfahren sind ressourcenintensiv, insbesondere durch Entwässerung und Trocknung.

Fazit

Thermogeformte Faserformverpackungen zählen zu den vielversprechendsten faserbasierten Alternativen für Lebensmittelverpackungen. Ihre Eignung ist jedoch stets anwendungsabhängig und sollte unter Berücksichtigung funktionaler Anforderungen, Recyclingfähigkeit und gesamter Systemwirkung bewertet werden. Ob ökologische und wirtschaftliche Vorteile erzielt werden können, hängt letztlich vom Materialaufbau, dem Herstellungsverfahren, der konkreten Anwendung sowie dem End-of-Life-Szenario ab.

Literaturquellen

- Danielewicz, D. (2025). Manufacturing of form-molded pulp products (FMPPs) in the papermaking industry – A review. *Bioresources*, 20(2), 5114-5156. <https://doi.org/10.15376/biores.20.2.Danielewicz>
- Didone, M., Saxena, P., Brillhuis-Meijer, E., Tosello, G., Bissacco, G., McAloone, T., Pigosso, D., & Howard, T. (2017). Moulded Pulp Manufacturing: Overview and Prospects for the Process Technology. *Packaging Technology and Science*, 30, 231-249. <https://doi.org/10.1002/pts.2289>
- International Molded Fiber Association IMFA. Retrieved 18.03. from <https://www.imfa.org/molded-fiber-masterclass/>
- Liu, Y., Ma, S., Wang, F., & Wang, L. (2023). Advances in Research of Molded Pulp for Food Packaging. *Journal of Renewable Materials*, 11(11), 3831-3846. <https://doi.org/10.32604/jrm.2023.028251>
- Pasquier, E., Mörseburg, K., Syverud, K., & Ruwoldt, J. (2024). Effect of Raw Material and Process Conditions During the Dry Forming of CTMP Fibers for Molded Pulp Products. *Journal of Natural Fibers*, 21. <https://doi.org/10.1080/15440478.2024.2409890>
- Semple, K., Zhou, C., Rojas, O., Nkeuwa, W. N., & Dai, C. (2022). Moulded pulp fibers for disposable food packaging: A state-of-the-art review. *Food Packaging and Shelf Life*. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2022.100908>
- Swiss Recycle; realcycle GmbH. (2026). *Reale Recyclingfähigkeit Papier- und Karton-Leichtverpackungen* [Projektbericht]. https://swissrecycle.ch/fileadmin/user_upload/pdfs/Faktenblaetter/Whitepaper/Projektbericht_Reale_Recyclingfaehgikeit_P_K.pdf
- Zhang, Y., Duan, C., Bokka, S. K., He, Z., & Ni, Y. (2021). Molded fiber and pulp products as green and sustainable alternatives to plastics: A mini review. *Journal of Bioresources and Bioproducts*. <https://doi.org/10.1016/j.jobab.2021.10.003>
- Zhang, Z., Hao, F., Hu, D., Liu, W., & Chen, X. (2025). Natural Plant Fiber-Based Materials for Packaging Applications – A Review of Recent Innovations and Developments. *Advanced Materials Technologies*, 10(7), 2401020. <https://doi.org/10.1002/admt.202401020>