

Charakterisierung der Thermoformbarkeit von Halbzeugen

Skizze für ein Forschungsprojekt 02.05.2019

Ausgangssituation

Das Thermoformen ist ein weit verbreitetes Verfahren zur Herstellung von Kunststoffteilen, wie z. B. Verpackungen oder großflächige technische Bauteile. Die Qualität entsprechender Kunststoffformteile hängt dabei von den drei Faktoren Halbzeug, Maschine und Prozess ab. Eine Herausforderung ist derzeit die Bestimmung der Thermoformbarkeit von Halbzeugen, wobei schon deren Definition je nach Anwendung und Unternehmen unterschiedlich ausfällt. Die Diskrepanz zwischen hohem Einfluss auf die Produktqualität und fehlendem Wissen bzw. Standards zeigt die Bedeutung weiterer Fortschritte auf dem Gebiet der Thermoformbarkeit. Beispielsweise spielt diese für die Entwicklung und Auswahl geeigneter Materialien für ein Produkt, bei der Maschinenspezifikation, bei der Prozessauswahl und -parametrierung als auch bei der Fehlerursachenanalyse und Qualitätskontrolle entlang der Wertschöpfungskette eine zentrale Rolle. Infolge der Entwicklung allgemein anerkannter Standards und Werkzeuge erhöht das die Prozesseffizienz und -sicherheit, steigert die Produktqualität, schafft definierte Schnittstellen und verbessert die Kommunikation zwischen den Marktteilnehmern.

Die nachfolgenden zwei Ideen für Forschungsvorhaben, industriegerechte Thermoformbarkeit und Modellentwicklung zur Beschreibung des Thermoformenverhaltens von Mehrschichtverbunden, adressieren das Kernthema Thermoformbarkeit mit einem jeweils unterschiedlichen Fokus.

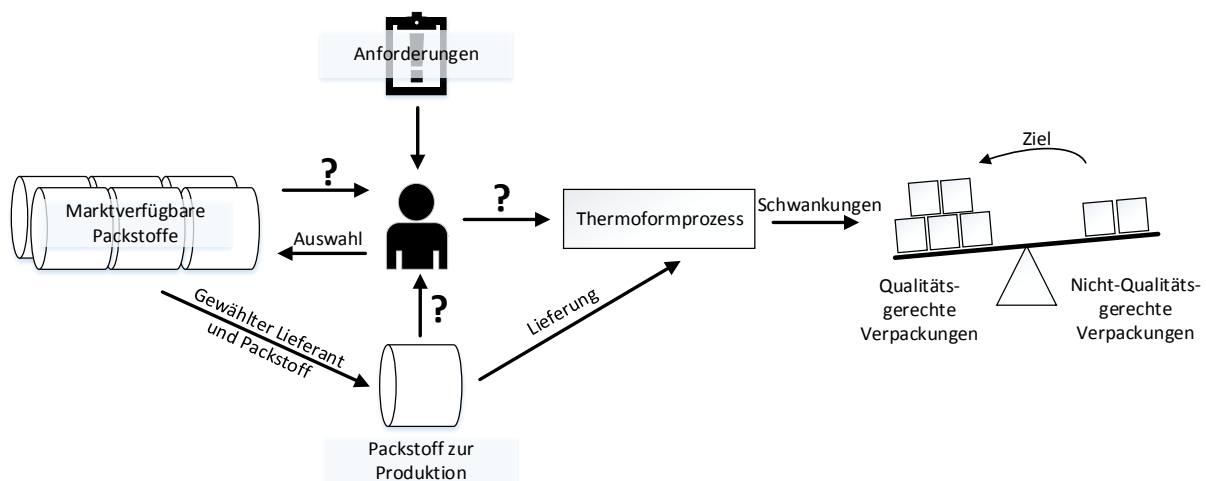


Abbildung 1: Projektvorschlag industriegerechte Thermoformbarkeit

Forschungsvorhaben 1: Industriegerechte Thermoformbarkeit

Ausgangspunkt dieses Vorhabens ist die Fragestellung: Wie kann die Thermoformbarkeit der Halbzeuge quantifiziert werden und anhand der Messwerte Rückschlüsse auf das Produkt bzw. den Prozess gezogen werden? Obwohl verschiedene Verfahren zur Charakterisierung der Umformbarkeit von Materialien existieren, z. B. TMC (Thermoform Material

Charakterisierung), Technoform, Uni- und biaxialer Zugprüfversuchsstand sowie der Thermoform-Index, werden diese derzeit nicht oder nur begrenzt industriell zur Materialauswahl und Qualitätskontrolle eingesetzt. Die Ursache ist die fehlende Datenbasis, welche eine Übertragung der experimentellen Messergebnisse auf die Qualität der spezifischen industriellen Anwendung ermöglicht. Dieser Projektvorschlag setzt an diesem Punkt an und hat zum Ziel einen Ansatz für die Materialentwicklung und -auswahl, für die Maschinenbedienung und eine Kommunikationsbasis zwischen den Partner der Wertschöpfungskette zu bilden.

Darauf aufbauend sollen im Rahmen des Vorhabens folgende Punkte erarbeitet werden:

1. Eine von allen Partnern entlang der Wertschöpfungskette akzeptierte Definition der Thermoformbarkeit
2. Analyse materialabhängiger Effekte während des Produktionsprozesses
3. Übersicht und Vergleich derzeit verfügbarer Messverfahren zur Bestimmung der Thermoformbarkeit
4. Merkmalsextraktion, z. B. E-Modul, Streckgrenze, usw. und Grenzwertbestimmung zur Korrelation der einzelnen Merkmale der Messkurven mit den Effekten im Produktionsprozess
5. Erarbeitung einer Spezifikation für eine Prüfmethode/Richtlinie bzw. ein Prüfgerät
6. Validierung der Spezifikation und Analyse offener Fragestellungen

Forschungsvorhaben 2: Modellentwicklung zur Beschreibung des Thermoformverhaltens von Mehrschichtverbunden

Beim Thermoformen, insbesondere innerhalb der Verpackungstechnik, werden zur Erreichung von speziellen Bauteileigenschaften heutzutage vermehrt Mehrschichtverbunde bestehend aus den unterschiedlichen Einzelschichten eingesetzt. Das temperaturabhängige Umformverhalten der Verbunde hängt von den Eigenschaften der Einzelschichten, deren Anordnung, Anzahl, Schichtdicke und Verbindung ab. Aus diesem Grund ist es derzeit notwendig für jeden einzelnen Mehrschichtverbund das Thermoformverhalten getrennt zu untersuchen. Dies stellt sowohl einen enormen zeitlichen als auch wirtschaftlichen Faktor dar.

Zur Reduktion der Iterationen bei der Herstellung und Auswahl von Halbzeugen ist das Ziel des Forschungsvorhabens die Entwicklung einer modularen Methode zur Beschreibung von Mehrschichtverbunden bzw. eines modularen Materialmodells. Dies ermöglicht basierend auf den Eigenschaften der Einzelschichten eine flexible Modellierung des Gesamtverbundes. Somit wird eine maßgeschneiderte Beschreibung des Thermoformverhaltens von Mehrschichtverbunden an Hand der Eigenschaften der jeweiligen Einzelschichten ermöglicht. Durch die Kombination des entwickelten Materialmodells mit der herkömmlichen Thermoformsimulation kann dies zur Analyse des Thermoformverhaltens der Mehrschichtverbunde eingesetzt werden.

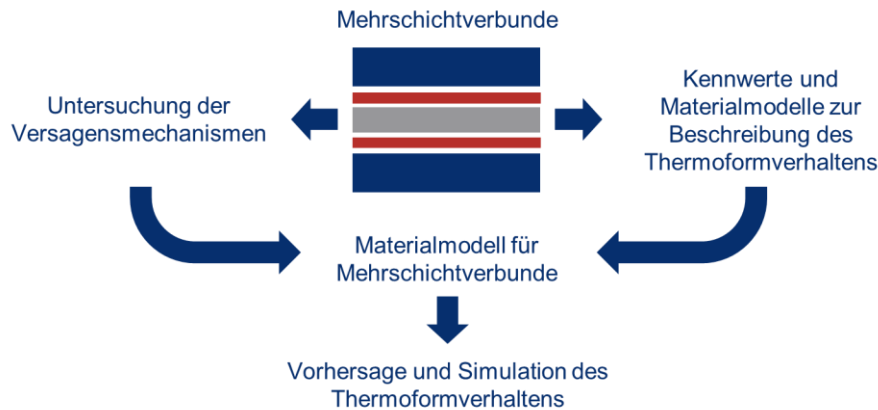


Abbildung 2: Materialmodell für Mehrschichtverbunde

Im Projekt sollen folgende offene Fragestellungen adressiert werden:

- welche Einzel- (z. B. Werkstoff, Dicke, Wärmeleitfähigkeit) und Verbundeigenschaften (z. B. Anordnung, Anzahl) beeinflussen maßgeblich das temperaturabhängige Heiz- und Umformverhalten.
- welche Mechanismen (z. B. Delamination der verschiedenen Schichten voneinander, Rissbildung etc.) sind die Ursache für das Versagen von Mehrschichtverbunden beim Thermoformen

Daraus ergeben sich während des Vorhabens folgende zu erarbeitende Punkte:

1. Ermittlung relevanter Kennwerte und Materialmodelle zur Beschreibung des temperaturabhängigen Umformverhaltens von Halbzeugen
2. Entwicklung und Vergleich verschiedener kennwertbasierter Materialmodelle für Monomaterialien und Validierung der Modelle anhand der Prozessschritte Erwärmung und Umformung beim Thermoformen
3. Analyse des Thermoform- und Versagensverhalten von Mehrschichtverbunden
4. Entwicklung und Vergleich unterschiedlicher Modellierungsansätze zur Beschreibung des temperaturabhängigen Erwärmungs- und Umformverhaltens von Mehrschichtverbunden
5. Validierung des entwickelten Modells für Mehrschichtverbunde

Vorgehensweise

Stimmen Sie ab und helfen Sie mit, unsere Forschung an Ihren Interessen auszurichten. Die Umfrage finden Sie unter folgendem Link: <https://terminplaner4.dfn.de/TQbLbWs9f9Jqzeit>. Herzlichen Dank.

Fabian Kayatz

Fraunhofer IVV

Dominik Müller

IKT Stuttgart