

Papierumformung mit Dampf

Optimierte Papierumformung durch den Einsatz von Wasserdampf

Bearbeiter:in	Nicola Jessen M. Sc.
Laufzeit	Dezember 2020 – November 2022
Abteilung	Funktions- und Verbundbauweisen
Förderlinie	BMWK AiF IGF

Abstract

Durch die Dissertation „Umformung naturbasierter Faserwerkstoffe unter Einflussnahme von Wasserdampf“ von Dr. Wilken Franke ist bekannt, dass die Einbringung von Wasserdampf während des Tiefziehens von Papier eine Erweiterung der Prozessgrenzen bewirkt. Der Prozessablauf sowie die Auswirkung verschiedener Feuchtigkeitsverteilungen war bisher unerforscht. Daher war es das Ziel in diesem Vorhaben, die Auslegung verschiedener Dampfeinleitungsgeometrien sowie die zusätzliche Erweiterung der Prozessgrenzen durch ein zweistufiges Verfahren zu untersuchen. Ergänzend ist zur Verbesserung der Auslegung eine Weiterentwicklung des numerischen Modells Teil des Projekts.

Projektbeschreibung

Im Rahmen des Vorhabens wird untersucht, wie Dampf in Tiefziehprozesse von naturfaserbasierten Materialien eingebracht werden kann, um die erreichbare Ziehtiefe sowie das Faltenbild zu verbessern. Ergänzend wird auch, durch gezielte Einbringung unterschiedlicher Dampfmengen in verschiedenen Bereichen, eine Kontrolle des Einflusses der Anisotropie auf die Umformung betrachtet. Zu diesem Zweck werden anfänglich mehrere Materialien charakterisiert und auf ihre Tiefzieheignung untersucht. Nachdem, basierend auf Voruntersuchungen, ein Werkzeug ausgelegt wird, ist die Steuerung und Regelung des Werkzeugs sowie der Dampfeinbringung und Temperaturkontrolle durchzuführen. Dies ermöglicht Untersuchungen des bedampften Tiefziehprozesses mit unterschiedlichen Papieren und eine iterative Anpassung des Prozesses. Anschließend ist die Erweiterung auf einen zweistufigen Umformprozess durchzuführen. Dadurch wird die Möglichkeit geboten, eine weitere Erhöhung der Ziehtiefe sowie eine mögliche weitere Geometriesteuerung in den Prozess zu integrieren. Auch das zweistufige Verfahren wird mit unterschiedlichen Papieren erprobt und iterativ verbessert.

Zur Auslegung der Prozesse sowie der unterschiedlichen Dampfeinbringung wird das numerische Modell des Materials

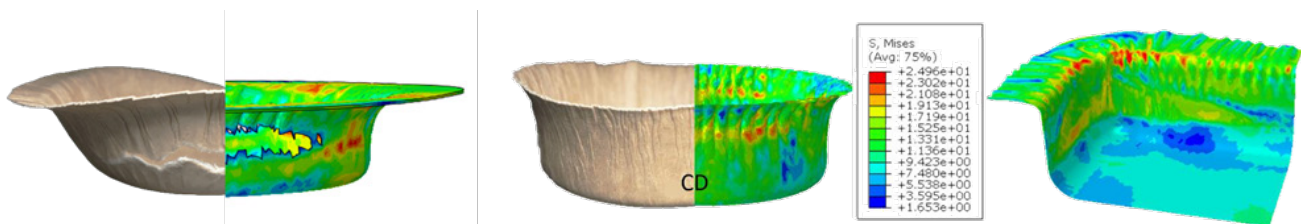
verbessert. Dabei werden die Daten aus den Materialcharakterisierungen zur Modellerzeugung verwendet. Die Verbesserung der numerischen Modelle verspricht, eine langfristig kostengünstigere und zeiteffizientere Prozessauslegung in der Forschung und der Industrie zu ermöglichen.

Ergebnisse

Die Durchführung der Arbeiten zum Erreichen der genannten Ziele hat neben den geplanten Ergebnissen auch neue Forschungsthemen eröffnet.

Zum einen konnten das Werkzeug sowie die Dampfeinbringung und die Temperaturregelung erfolgreich umgesetzt werden. Die Ermittlung der Prozessfenster für unterschiedliche Papiere ergab, wie die Dampfeinbringungsgeometrie den Prozess zielabhängig verbessern kann. Dabei zeigte sich, dass die Einbringung erhöhter Dampfmengen in Radienbereichen eine erhöhte Faltenverpressung zur Folge hatte. Eine erhöhte Einbringung in MD gegenüber CD konnte dagegen der Anisotropie entgegenwirken.

Für die anschließende Auslegung des zweistufigen Verfahrens wurden unterschiedliche Prozesse in der ersten Stufe betrachtet. Dabei ergab sich eine signifikantere Verbesserung durch die wirkmedienbasierte Umformung mit anschließendem Tiefziehen gegenüber dem zweifachen Tiefziehen. Die Steigerung der erreichbaren Ziehtiefe ist für alle Papiere nachweisbar, jedoch materialabhängig unterschiedlich hoch. Zur vereinfachten Untersuchung der verschiedenen Geometrien des zweistufigen Prozesses sind in Voruntersuchungen additiv gefertigte Werkzeuge verwendet worden. Die Anwendung fand in der Vergangenheit schon in der wirkmedienbasierten Umformung mit großem Erfolg statt. Dieser Erfolg konnte im Rahmen des Vorhabens auch im Tiefziehverfahren mit festem Werkzeug festgestellt werden. Die erreichbare Ziehtiefe lag mit den additiv gefertigten Werkzeugen deutlich höher als bei Prozessen mit metallischen Werkzeugen gleicher Geometrie. Die Ursache wird sowohl in tribologischen Eigenschaften als auch in der Nachgiebigkeit additiver Werkzeuge mit verringerten Fülldichte vermutet.



[1] Vergleich zwischen numerischer Simulation und realen Prozessergebnissen



[2] Zweistufiger Umformprozess: Erstens: wirkmedienbasierte Umformung (links), zweitens: Tiefziehen mit festem Werkzeug (rechts)

Weiterhin hat die Erweiterung des numerischen Materialmodells auf Basis der Materialdaten der verschiedenen Papiere stattgefunden. Die Ergebnisse zeigen eine gute Abbildbarkeit der Prozessgrenzen sowohl im Tiefziehprozess als auch in der wirkmedienbasierten Umformung. Folglich können zukünftig Prozesse numerisch vorausgelegt und somit schneller in Betrieb genommen werden.

Der vollständige Abschlussbericht kann bei Nicola Jessen, nicola.jessen@ptu.tu-darmstadt.de angefragt werden.

Danksagung

Das IGF-Vorhaben 21562 N der Forschungsvereinigung „Kuratorium für Forschung und Technik der Zellstoff- und Papierindustrie“ wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Unser Dank gilt weiterhin den Projektbegleitern aus der Industrie für deren Unterstützung.

Gefördert durch

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

