

MPC

Modellprädiktive Regelung mit integriertem Zustandsbeobachter zur Einstellung der Bauteilqualität beim inkrementellen Umformen von Vulkanfiber

Bearbeiter:in Viktor Arne M. Sc.
Laufzeit September 2020 – Dezember 2020
Abteilung Prozessketten und Anlagen
Förderlinie DFG | LOEWE

Abstract

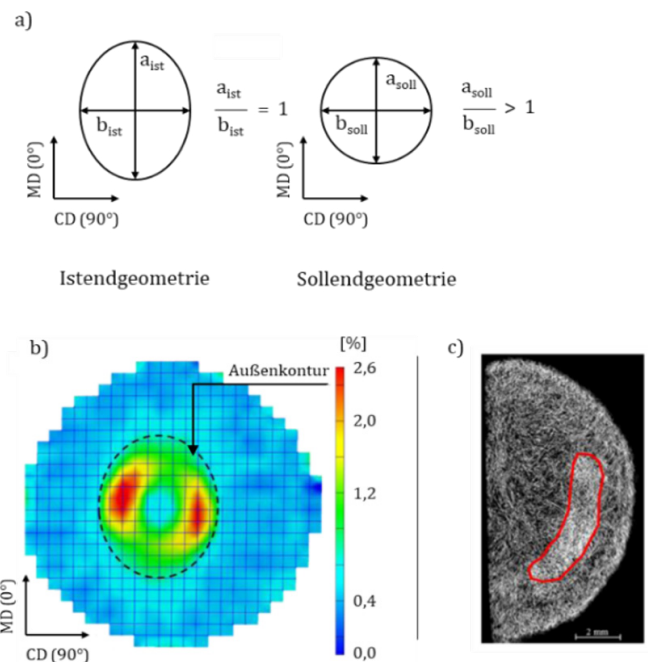
Das gesellschaftliche Interesse an nachhaltigen und ressourcenschonenden Materialien verstärkte in den letzten Jahren den Forschungsschwerpunkt von papierbasierten Werkstoffen für den Einsatz in diversen Fachgebieten, wie der Verpackungsindustrie oder dem Strukturleichtbau. Um neben der Umformbarkeit und den Prozessgrenzen ebenfalls die Bauteilqualität zu steigern, ist es ein Ziel des Teilprojektes, regelungstechnische Ansätze anzuwenden und trotz anisotroper Materialeigenschaften gezielt Einfluss auf den Umformprozess und der Qualität zu nehmen.

Projektbeschreibung

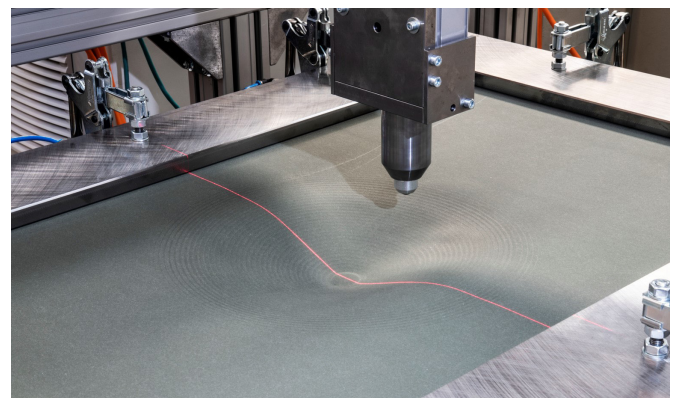
Im Rahmen des Teilprojektes des SFB 805 werden die Möglichkeiten einer modellprädiktiven Regelung (MPC) von Bauteileigenschaften faserbasierter Werkstoffe untersucht. Der Ansatz zur Regelung der Bauteilgeometrie mithilfe dieses Konzeptes hat sich für das Single Point Incremental Forming (SPIF) bereits bei metallischen Werkstoffen als zielführend erwiesen. Ebenfalls wurde die Adaption dieses Umformverfahrens, welches aus der Metallumformung weit bekannt ist, für Faserwerkstoffe am Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen (PtU) vorangetrieben und untersucht. Die Herausforderung des Projektes liegt darin, die Anwendung des Regelungskonzeptes für einen papierbasierten Werkstoff mit produktionsbedingten anisotropen Werkstoffeigenschaften anwendbar zu machen (vgl. Abbildung 1).

Im ersten Schritt des Projektes wurde eine 3-Achs-Portalanlage mit einer selbstentwickelten Steuerungssoftware für automatisierte Bewegungskommandos ausgestattet und erfolgreich in Betrieb genommen. Weiterhin wurde der Prüfstand mit zwei Linienlasern konstruktiv nachgerüstet, welche die Geometrieerfassung der Bauteile in drei unterschiedlichen Raumrichtungen nach jedem inkrementellen Umformschritt oder nach Abschluss des Prozesses erlauben (vgl. Abbildung 2).

Im zweiten Teil des Projektes wurden die Prozessgrenzen bei der Herstellung rotationssymmetrischer Vulkanfiber Bauteile und der Variation verschiedener Prozessparameter des SPIF-Prozesses ermittelt. Darüber hinaus wurde das Messsystem zur Geometriebestimmung implementiert und eine Auswerterroutine softwareseitig entwickelt. Diese erlaubt Rückschlüsse auf die Abweichung zwischen Soll- und Ist-Geometrie der Bauteile und somit auf die Qualität der Erzeugnisse.



[1] a) Erwartete Endgeometrie im Vergleich zu einer Außenkontur nach kreisförmigen Werkzeugbewegungen (Istendgeometrie), b) Darstellung der resultierenden Außenkontur auf der Grundlage der Hauptdehnungsverteilung in radialer Richtung, c) CT-Bild mit verdichteten Fasern im markierten Bereich [P. Stein, W. Franke, F. Hoppe et al., "Control of anisotropic shape deviation in single point incremental forming of paperboard," Proceedings of the international conference of global network for innovative technology and awam international conference in civil engineering, vol. 2017, pp. 1–6.]



[2] 3-Achs-Portalanlage mit Vulkanfiberkegel während der Geometriebestimmung mittels Linienlaser

Ergebnisse

Durch umfangreiche Untersuchungen konnten die Prozessgrenzen für die inkrementelle Umformung von Vulkanfiber empirisch ermittelt werden und mithilfe des Messsystems die Bauteilgeometrie bestimmt werden. Aufbauend auf den experimentellen Ergebnissen und zusätzlichen Simulationen des Prozesses wird abschließend ein Prozessmodell erstellt und anschließend der modellprädiktive Regler Anpassungen an den Bahnkurven der inkrementellen Umformebenen vornehmen kann. Eine abschließende Validierung zur Steigerung der Bauteilqualität durch verringerte Geometrieabweichung ist Gegenstand aktueller Arbeiten.

Danksagung

Die Ergebnisse dieses Forschungsprojektes wurden im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Sonderforschungsbereichs 805 „Beherrschung von Unsicherheit in lasttragenden Systemen des Maschinenbaus“, sowie des Hessischem Ministerium für Wissenschaft und Kunst geförderten LOEWE-Schwerpunktprogram „BAMP! – Bauen mit Papier“ erzielt. Besonderer Dank gilt der Firma Bosch Rexroth AG für die fachliche Unterstützung bei der Umsetzung.

Gefördert durch



Schwerpunktprogramm

