

Teilprojekt T1

Titel

Spritzprägen dickwandiger Kunststoffoptiken mit bedarfsgerechter Werkzeugtemperierung unter Berücksichtigung des lokalen Kühlbedarfs

Projektleitung/-bearbeitung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hopmann, Christian (Leitung)
Gerads, Jonas M.Sc. RWTH (Bearbeitung)
Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung
Seffenter Weg 201
52074 Aachen

Aufgabenstellung

Ziel des Transferprojekts T1 ist es, die Erkenntnisse der Grundlagenforschung aus B1 anhand eines anwendungsnahen Demonstrators umzusetzen und hierbei grundlegende Verfahrensprinzipien und Prozessansätze für dickwandige optische Komponenten zu untersuchen.

Aufbauend auf den Ergebnissen des Teilprojektes B1 aus der ersten Förderperiode steht die Fragestellung der Adaptierbarkeit des Algorithmus für dickwandige Kunststoffoptiken im Vordergrund. Im Projektjahr 2019 wurde der Algorithmus für dickwandige Formteile mit Wanddickensprüngen untersucht und weiterentwickelt. Die in B1 identifizierten Gewichtungsfaktoren der Bewertungskriterien Temperatur- und Dichteverteilung werden systematisch variiert, um eine prozess- und geometriegerechte Gewichtung zu identifizieren. Bei dickwandigen Formteilen mit Wanddickensprüngen ist diese Vereinfachung nicht mehr gültig. Auf Basis der angepassten Bewertungskriterien wird die bestehende Gütefunktion erweitert, um eine Betrachtung von Formteilmereichen mit stark unterschiedlichen Wanddicken zu ermöglichen. Im Gegensatz zu B1 soll dazu anstelle eines flächigen Ansatzes ein volumetrischer Ansatz gewählt werden, mit welchem die Temperatur- und Dichtehomogenität wanddickenabhängig auch in Dickenrichtung bewertet werden kann. Ein Ziel des Forschungsvorhabens ist es die Doppelbrechung innerhalb von Kunststofflinsen aufgrund von Eigenspannungen mittels des bedarfsorientierten Kühlkanaldesigns zu minimieren.

Vorgehensweise

Ausgehend von der im Projektjahr 2018 weiterentwickelten Methodik für amorphe Kunststoffe wurden mit der Gütefunktion Untersuchungen zur Wanddickenänderung durchgeführt und analysiert.

Dazu wurde der Gütebereich nicht mehr, wie in der in der ersten Förderperiode im Teilprojekt B1 entwickelten Methodik, auf der Oberfläche und auf einer Offsetfläche im inneren des Formteils definiert. Der Gütebereich wurde für den volumetrischen Ansatz im Volumen des inneren Offsets definiert und die Gütefunktion in diesem Bereich gelöst.

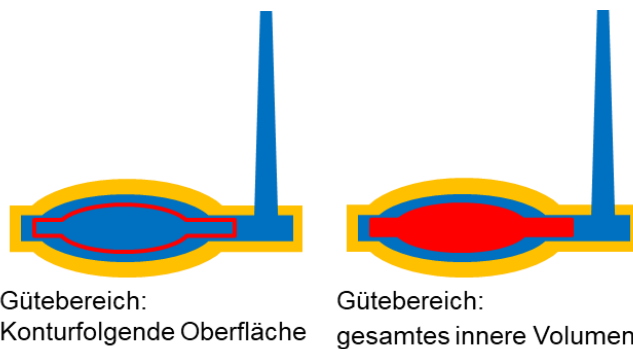


Bild 1: Verschiedene Ansätze des Gütebereichs

Dies wurde zuerst an einfachen Geometrien mit unterschiedlicher Wanddicken und Wanddickensprünge überprüft und anschließend anhand einer am IKV bestehenden Linsengeometrie für dickwandige Formteile umgesetzt. Dazu wurden simulative Versuche mit einem bestehenden Kühlkanal durchgeführt und diese Methodik praktisch validiert. Die hergestellten Linsen wurden auf ihre Schwindung untersucht und mit den Ergebnissen der Simulation verglichen. Anschließend wurde eine Umsetzung der inversen Kühlkanalauslegung simulativ für den Spritzgießprozess durchgeführt. Die Gütefunktion wurde auf den mit den Industriepartnern ausgewählten Demonstrator übertragen und erste Simulationsberechnungen durchgeführt. Dazu wurde zuerst die Übertragung des Spritzgießprozesses auf dickwandige Formteil vollzogen, um anschließend den Prägeprozess in der Berechnung des inversen Kühlkanaldesigns zu berücksichtigen.

Parallel wurde eine praktische Umsetzung der Demonstrator Geometrie in ein am IKV vorhandenes Werkzeug überprüft und wird zur Zeit konstruktiv realisiert.

Nach Berechnung des Kühlkanals und Simulation des Spritzgießprozesses bzw. -prägeprozesses sollen die Eigenspannungen der Linsen simulativ berechnet werden. Zur Validierung der simulativ berechneten Eigenspannungen wurden praktische Versuche mittels der Bohrlochmethode durchgeführt.

Ergebnisse

Die Untersuchungen anhand der einfachen Probekörpergeometrie zeigen, dass die inversen Abkühlberechnungen vergleichbare Ergebnisse für die Isothermen bei Waddickensprünge und Dickenänderungen ergeben. Ebenso zeigt sich, dass das Ergebnisse der Gütefunktion für unterschiedliche Geometrien in Bild 2 sich in gleicher Größenordnung befinden und von gleicher Qualität sind.

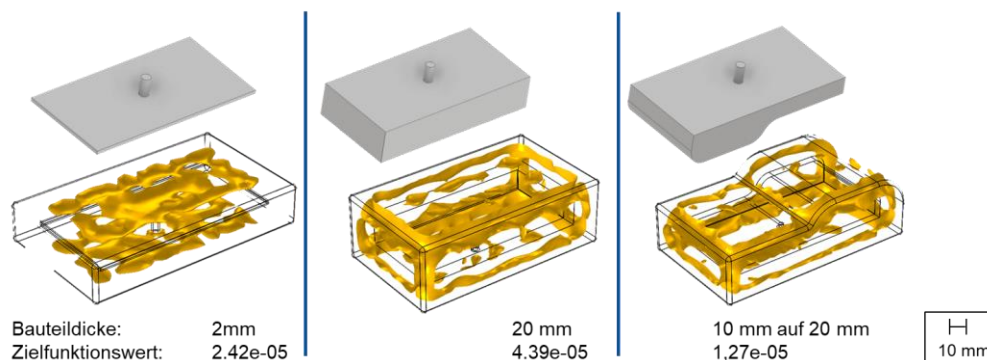


Bild 2: Isotherme und Gütefunktionswert bei unterschiedlicher Bauteildicke

Die angepasste Methodik konnte auf die Linsengeometrie angewand werden, die Bewertung der Spritzgießsimulationen mit dem abgeleiteten Kühlkanaldesign sind noch nicht vollständig abgeschlossen.

Die Untersuchungen mittels der Bohrlochmethode zur Validierung der Simulationsergebnisse bezüglich der Eigenspannungen in Kunststofflinsen zeigten keine eindeutigen Ergebnisse. In Bild 4 ist eine exemplarische Bohrlochmessung bei drei Probenkörper gleicher Herstellungsbedingungen

aufgezeigt. Die Schwankungen zwischen zwei Messtiefen liegen teilweise dabei über der im Datenblatt des Materials angegebenen Bruchspannung von 73 MPa. Weiter Untersuchungen der Ergebnisse der Eigenspannungsmessungen und der Schwankungen in den Messungen werden zurzeit durchgeführt und sind nötig um die Simulationsergebnisse praktisch zu validieren und besser einordnen zu können.

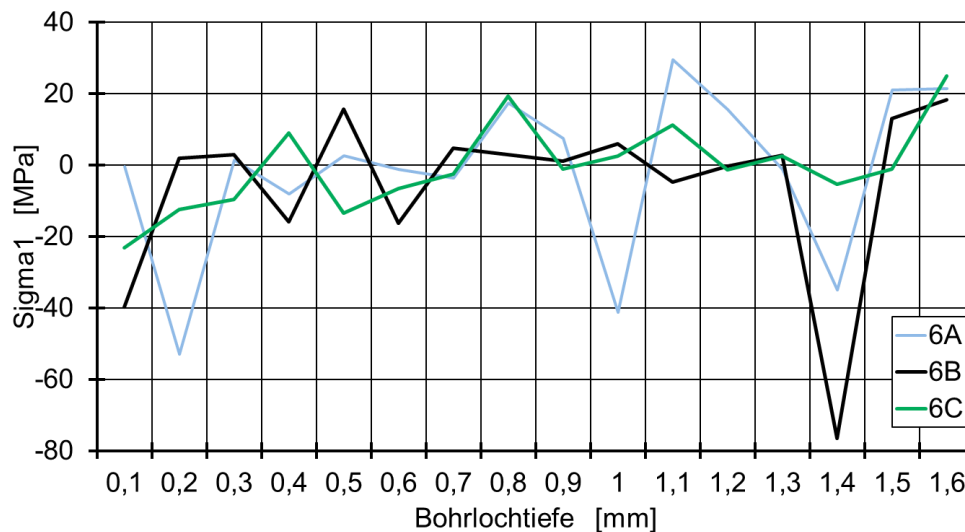


Bild 3: Spannungen in Kunststofflinsen über die Bohrlochtiefe

Im Zuge der Weiterentwicklung bei den Projektpartnern wurde die Demonstratorgeometrie angepasst. Um eine Einordnung der Abformgenauigkeit und vor allem der optischen Eigenschaften der Linse zu ermöglichen, wurde der Demonstrator weiterentwickelt.

Nach Berechnung des Kühlkanals und Simulation des Spritzgießprozesses bzw. -prägeprozesses werden die Eigenspannungen der Linsen simulativ berechnet werden. Zur Validierung der Ergebnisse wurden praktische Versuche mittels der Bohrlochmethode durchgeführt. Die Ergebnisse der Bohrungen und Aufnahmen werden zurzeit ausgewertet.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Simulationsmethodik konnte auf einfache Geometrien übertragen werden. Die Untersuchung des Gütebereichs und der Methodik für den Spritzprägeprozess wird im zweiten Jahr abgeschlossen.

Zurzeit wird im nächsten Schritt die Methodik auf den Prägeprozess übertragen und dies wird direkt an der

Demonstratorgeometrie realisiert. Dabei soll der Einfluss der veränderlichen Wanddicke des Formteils während des Prägeprozesses untersucht werden.

Geeignete Werkzeugdesigns zur praktischen Validierung werden zurzeit untersucht und bewertet. Anschließend soll im folgenden Projektjahr die Werkzeugeinsätze gefertigt und abgemustert werden.

Veröffentlichungen

-