



Prozesskette zur Faltmontage für miniaturisierte komplexe Optiksyste

Dipl.-Ing. Sebastian Sdrenka^{1,2}, B.Sc. Karl Stein^{1,2}, B.Sc. Mahmoud Sabiha^{1,3}, Marlon Schulz^{1,2}, Dr. Heinrich Gröger³, Prof. Dr.-Ing. Gerhard Ziegmann^{1,2}

¹TU Clausthal, Institut für Polymerwerkstoffe und Kunststofftechnik, Agricolastraße 6, 38678 Clausthal-Zellerfeld, Deutschland, EU
²TU Clausthal, Clausthaler Zentrum für Materialtechnik, Leibnizstraße 9, 38678 Clausthal-Zellerfeld, Deutschland, EU
³Fraunhofer Institut für Photonische Mikrosysteme, Maria-Reiche-Straße 2, 01109 Dresden, Deutschland, EU

Ziel

Realisierung eines dreidimensionalen Körpers für komplexe Optiksyste hergestellt aus planaren Substraten in einer Faltmontagetechnik.

Motivation

Die Faltmontagetechnik ermöglicht eine einfache Herstellung der Grundkörper im volumentauglichen Spritzgussverfahren für hohe Stückzahlen und die hochpräzise Bestückung mit optischen Elementen in der Ebene. Das 3D-Kamerasystem wird anschließend gefaltet.

Faltsysteme

Das Prinzip der Faltmontage basiert auf der Origami-Technik. Der Nachweis der grundsätzlichen Machbarkeit konnte mittels additiver Fertigungstechnologien und Versuchen im Spritzguss bereits erfolgreich evaluiert werden, mit dem Ergebnis funktionsfähiger optischer Demonstrator-Systeme.

Die enorme Bandbreite an verfügbaren Druckverfahren, -materialien und -systemen bietet viele Möglichkeiten die Konzepte zur Faltmontage erfolgreich umzusetzen.



Abb.: Demonstrator für ein gefaltetes Spektrometer; IPMS



Abb.: CAD-Design des Gehäuses; IPMS

Modellierung der Biegekante

- Zunehmender Trend für miniaturisierte optische Systeme
- Hohe Anforderungen an die positionsgenaue Fixierung nach dem Faltvorgang
- Selbstständige Bildung des Strahlengangs durch optische Funktionselemente
- Herstellung erfordert eine extrem hohe und reproduzierbare Genauigkeit für den Strahlengang bei entsprechenden Stückzahlen
- Verfahren muss für verschiedene Systemgrößen skalierbar sein

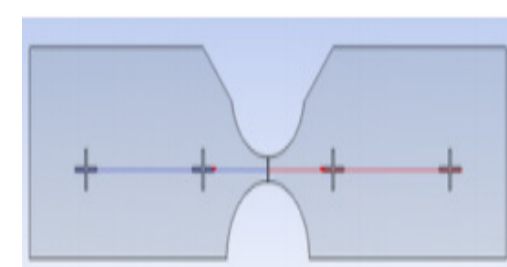


Abb.: Biegung am Probekörper 0°; PUK



Abb.: Biegung am Probekörper 60°; PUK

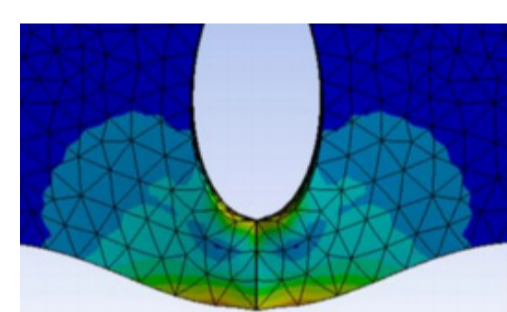


Abb.: Spannungsverteilung an Biegekante; PUK

Realisierung mittels Stereolithografie

- Herstellung von planaren Substraten mit präzisionsfertigen Optiken im 3D-Druck Verfahren
- Polymerisation von photoreaktiven Polymer durch Laser
- Darstellung und Genauigkeit über Auflösung mit Dreiecksfacetten
- Stützstrukturen von Geometrie abhängig
- Dreidimensionale Präzisionsmontage durch Falten des Optikkörpers
- Optionale Nachbearbeitung in Abhängigkeit zu Modell und Verfahren notwendig

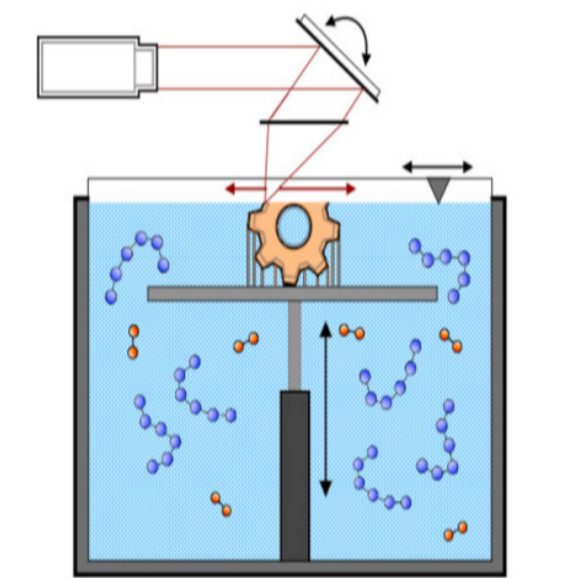


Abb.: Stereolithografie und der Polymerisationsreaktion; PUK



Abb.: STL Modell Kugel 520.000 Dreiecksfacetten; PUK



Abb.: STL Modell Kugel 2300 Dreiecksfacetten; PUK

Ergebnisse für Abbildungsgenauigkeit im 3D-Druck

- Aktuell unzureichende Abbildungsgenauigkeit
- Begrenzung durch Präzision, mechanische Eigenschaften, Oberflächenqualität, Stückzahl, Darstellung von Mikroelementen an Oberfläche
- Verbesserung des Funktionsspektrums durch optische Funktionsflächen und passgenauen Strukturen
- Bessere Abbildungspräzision möglich durch ein wachsendes Spektrum an Verfahren und Geräten
- Derzeit Stückzahlen zu gering
- Reproduzierbarkeit zu unsicher an unterer Abbildungsgrenze

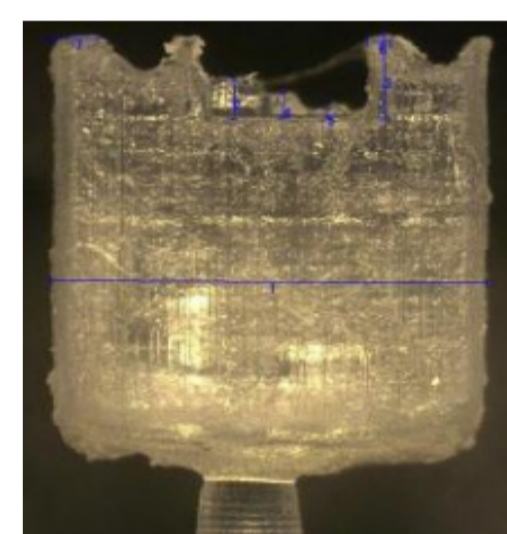


Abb.: Probekörper Seitenansicht; PUK

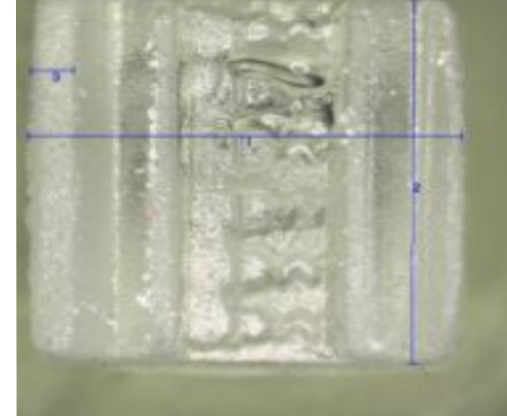


Abb.: Probekörper Draufsicht; PUK



Abb.: Seitensicht vergrößert; PUK

Ergebnisse für Herstellung im Spritzguss

- Ausreichend Optionen um eine Faltmontage für optische Systeme zu realisieren, hier am Beispiel eines vereinfachten Modells
- Substrat aus Polypropylen hergestellt
- Substrat mehrfach ohne Bruch knickbar
- Biegekanten erzeugen sichtbare Überbeanspruchung (Weißbruch)
- Keine besondere Auffälligkeit bei mikroskopischer Untersuchung von Filmschanieren
- Genauere Betrachtung der Dimensionsstabilität erforderlich
- Integration von optischen Funktionsflächen möglich

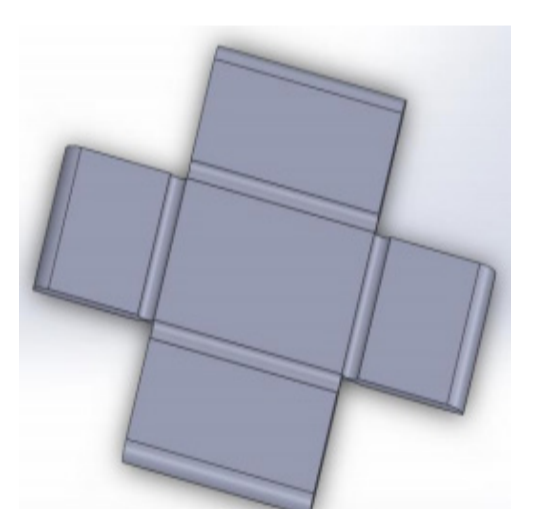


Abb.: Modellierung der Biegestruktur; PUK



Abb.: Spritzgießwerkzeug; PUK



Abb.: Fertiges Bauteil; PUK

Zusammenfassung

- Hohes Potenzial der Kombination aus Mikrospritzguss und Faltmontage
- Optimierung und intensive Forschungsarbeit für die komplexen Ansprüche an das Bauteil nötig
- Spritzguss ermöglicht hohe Abbildungsgenauigkeit bei entsprechenden Stückzahlen

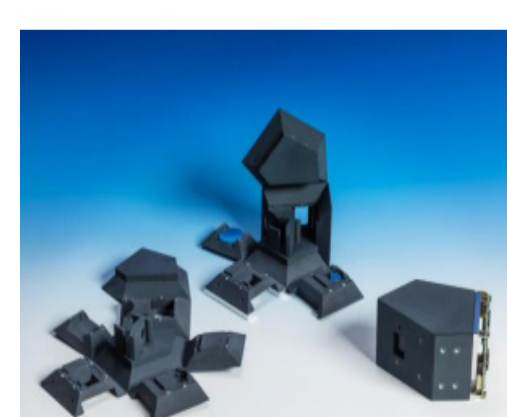


Abb.: Gestapeltes Spektrometer; IPMS



Abb.: Integration in Mobiltelefon; IPMS

Ausblick

- Weitere Untersuchungen für optische Eigenschaften und Stabilität erforderlich
- Höhere Genauigkeit durch sich stetig weiter entwickelnde Herstellungstechnologien
- Vielfältige Applikationen für optische Faltsysteme

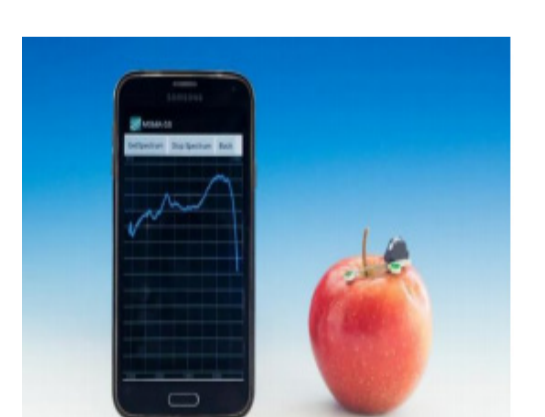


Abb.: Anwendung für mobile Lebensmittelanalyse; IPMS

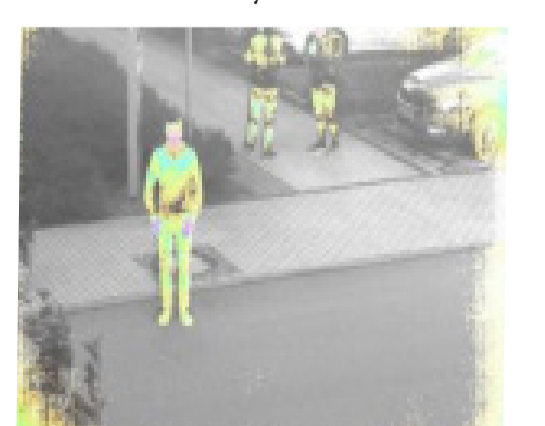


Abb.: Datenverarbeitung Multispektralkamera; IPMS

Partner und Förderer



Danksagung

Ein großer Dank geht an alle Förderer und Unterstützer des Projektes ProFamOS

