

## Herstellung von Mikrostrukturen über Glass Injection Molding

# Machbarkeitsgrenzen ausloten

Im Rahmen eines gemeinsamen Projekts untersuchten die beiden Institute iRAP (HEIA-FR, HES-SO Fribourg) und ALPS (Berne Fachhochschule) die Machbarkeitsgrenzen bezüglich der Herstellung von optischen und funktionellen Mikrostrukturen über Glass Injection Molding (GIM).

**Kevin Boschung<sup>1</sup>**  
**Bruno Bürgisser<sup>1</sup>**  
**Stefan Hengsberger<sup>2</sup>**  
**Beat Neuenchwander<sup>2</sup>**  
**Tristan Rüeger<sup>1</sup>**

Glass Injection Molding (GIM) ist ein noch junges Spezialverfahren des Kunststoffspritzgiessens. Feines Silikatpulver wird mit einem organischen Binder gemischt (Feedstock) und dann mittels einer Spritzgiessmaschine in Form gebracht. Das so erhaltene Spritzgiessbauteil wird als Grünling bezeichnet.

Der Binder wird nur für die Formgebung eingesetzt und durch anschliessendes Entbindern thermisch herausgelöst, wodurch der sogenannte Braunling entsteht. Über den Sinterprozess erhält man schliesslich das finale Bauteil aus Glas. Die Fertigung von Glasbauteilen mittels Spritzgiessen ist

<sup>1</sup> Kevin Boschung, Bruno Bürgisser und Tristan Rüeger, alle drei Hochschule für Technik und Architektur Freiburg, HES-SO

<sup>2</sup> Stefan Hengsberger, Beat Neuenchwander, beide Institut ALPS

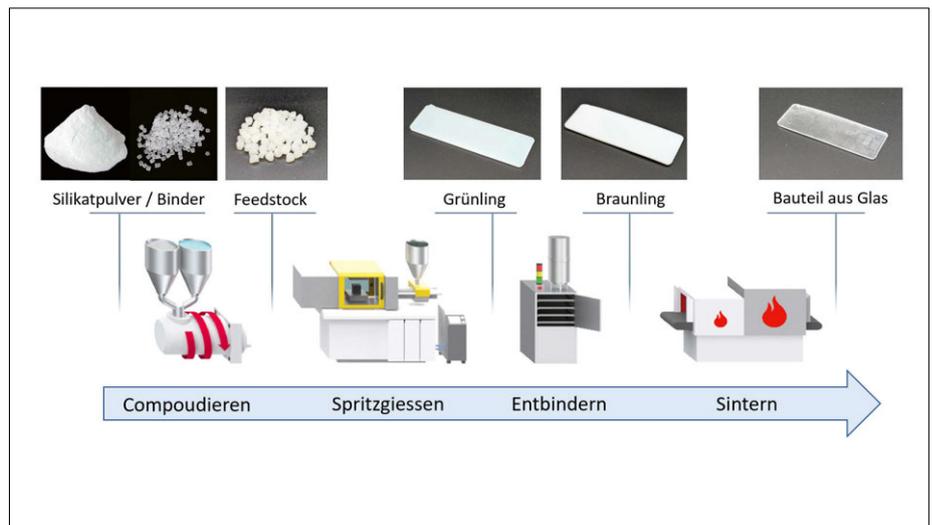


Bild 1: Die einzelnen Schritte des Glass Injection Molding (GIM)-Prozesses. (Quelle: iRAP/ALPS)

neu und für industrielle Anwendungen deshalb besonders interessant, da mit dieser Technologie optische Komponenten aus Glas mit komplexem Design und in hohen Stückzahlen wirtschaftlich hergestellt werden können.

Während GIM in der Industrie bereits erfolgreich eingesetzt wird, fehlte bislang eine detaillierte Untersuchung über die Machbarkeitsgrenzen bezüglich Integration

und Replikation von dekorativen und funktionellen Strukturen auf Spritzgiessbauteilen aus Glas. Im Rahmen einer Kollaboration zwischen dem Institut iRAP (Institute of applied Plastics Research, HES-SO Fribourg) und dem Institut ALPS (Institute for Applied Laser, Photonics and Surface Technologies, Berner Fachhochschule, Burgdorf) wurden die Möglichkeiten und Grenzen bezüglich Abformung von Mikro-



Bild 2: Hergestellte Mikrostrukturen – Periodische Strukturen (links), Topographische Karte der Schweiz (Mitte), Technische Strukturen (rechts) wie Fresnel Linsen und diffraktive optische Elemente. (Quelle: iRAP/ALPS)

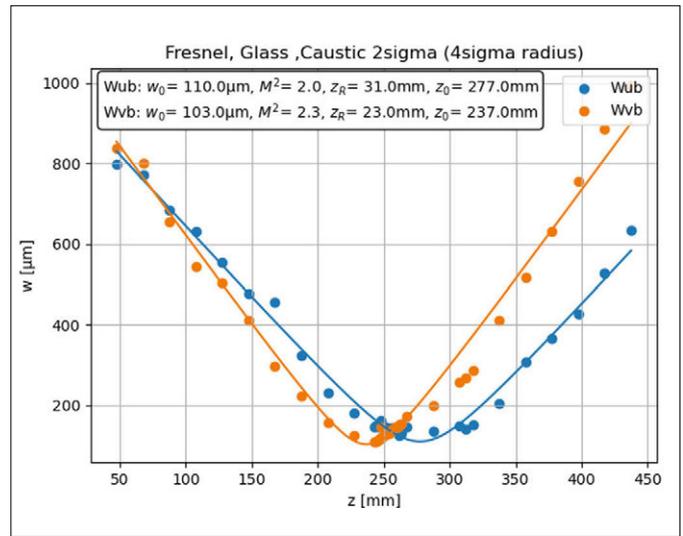
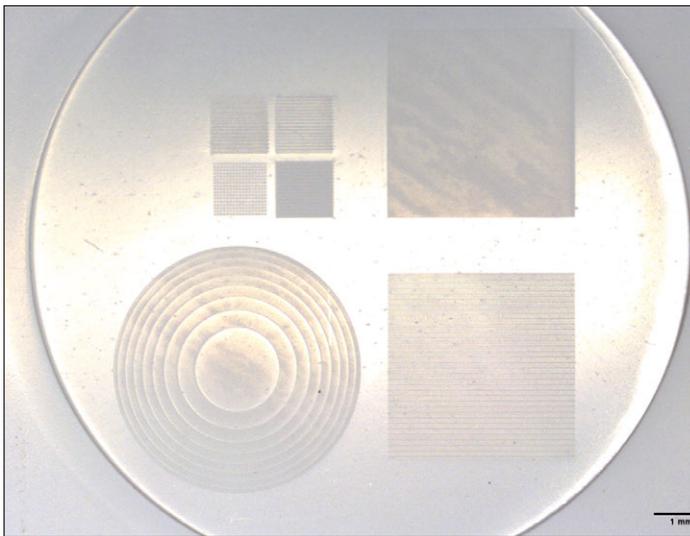


Bild 3: Spritzgegossene und gesinterte Mikrostrukturen auf dem finalen Bauteil aus Glas (links). Analyse der abgeformten Struktur (Kauistikmessung) für die Fresnel Linse mit leicht festgestelltem Astigmatismus (rechts) mit den Fokuspunkten von 277 mm bzw. 237 mm. (Quelle: iRAP/ALPS)

strukturen im GIM-Prozess genauer untersucht. Die Studie umfasst die Konzeption, Herstellung und Integration von Mikrostrukturen in ein Spritzwerkzeug, die Spritzgiessversuche mit anschliessendem Entbindern und Sintern sowie die Analyse der Abformungsqualität und der optisch-funktionellen Eigenschaften der produzierten Glasbauteile.

### Herstellung der Mikrostrukturen

Verschiedene Mikrostrukturen wie die topologische Karte der Schweiz sowie diffraktive optische Elemente (Dammann-Gitter, Fresnel-Linsen und Linienstrukturen) wurden für die Versuche ausgewählt und mittels Laserablation (FUEGO-Lasersystem mit einer Pulsdauer von 10 ps) auf gehärtete Edelstahlinsätze eingraviert.

### Spritzgiessversuche

Die mikrostrukturierten Stahlinsätze wurden in ein Spritzgiesswerkzeug mit variothermer Werkzeugtemperierung integriert. Damit konnte die Werkzeugtemperatur vor dem Einspritzen der hochgefüllten Kunststoffmasse erhöht werden, um so ein Abkühlen der Schmelze zu verlangsamen und die Replikationsqualität der Strukturen zu verbessern. Für die Spritzgiessversuche kam eine Arburg Allrounder 270A Spritzgiessmaschine mit einer MIM-Plastifiziereinheit zum Einsatz.

### Post-Processing

Die gespritzten Bauteile (Grünteile) wurden entbindert und gesintert. Das Entbindern erfolgte zweistufig über eine Vorentbinderung in Wasser sowie einer anschliessenden thermischen Entbinde-

rung. Das Sintern der Bauteile erfolgte unter Vakuumbedingungen, was auch eine höhere Transparenz der Glasbauteile sicherstellte.

### Ergebnisse

Diese Arbeit zeigt auf, dass optische Mikrostrukturen wie Dammann-Gitter oder Fresnel-Linsen über Glass Injection Molding auf Glasbauteilen in ausreichender Abformqualität repliziert werden können. Dies eröffnet neue Anwendungsfelder im Bereich der Uhrenindustrie, Medizintechnik sowie der Optik.

Die variotherme Werkzeugtemperierung verbesserte die Abformungsqualität der Mikrostrukturen. Allerdings wurde mit steigenden Werkzeugtemperaturen auch ein stärkerer Bauteilverzug festgestellt, was auf ein stärkeres Haften und somit schwieri-

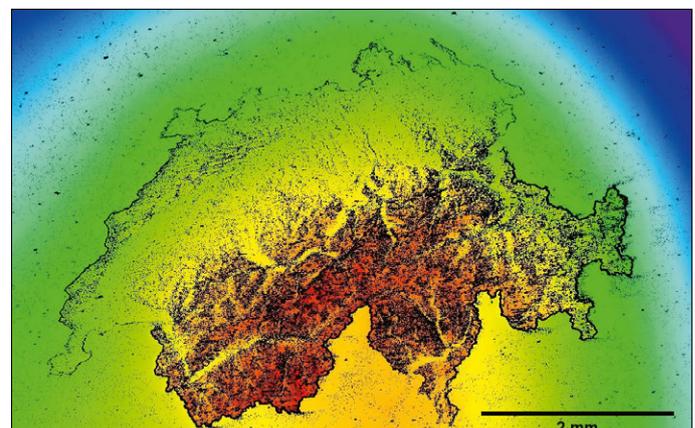
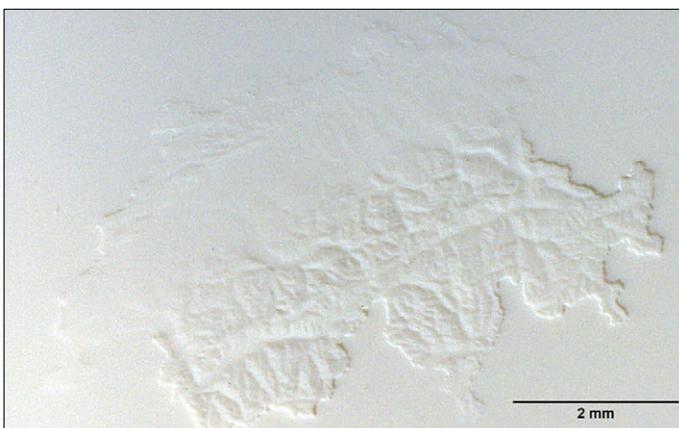


Bild 4: Topographische Karte der Schweiz repliziert auf einem gesintertem Glasbauteil (links). Konfokal-Mikroskopische Analyse der Replikationsqualität (rechts). (Quelle: iRAP/ALPS)

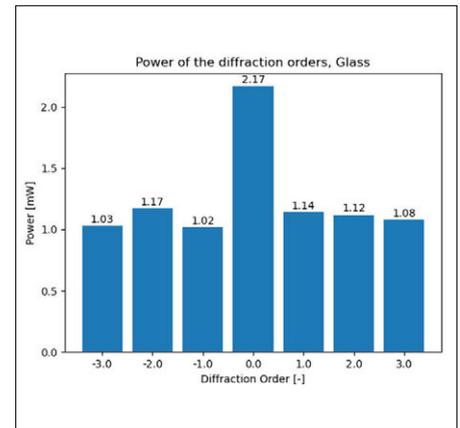
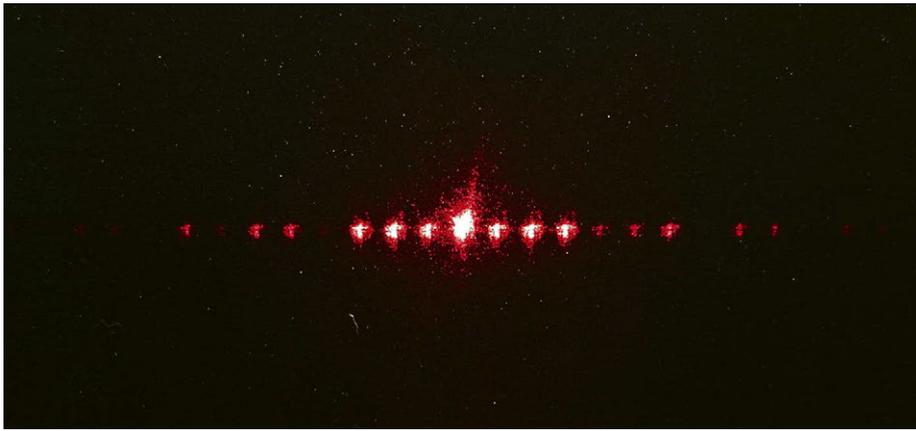


Bild 5: Beugungsmuster des auf Glas reproduzierten Dammann Gratings (links) sowie die Intensitätsmessung der sieben Haupt-Beugungsordnungen (rechts). Quelle: iRAP/ALPS

ges Entformen der Mikrostrukturen zurückzuführen ist. Dieser Verzug war insbesondere in den optischen Elementen erkennbar, was eine Kaustikmessung der Fresnel Linse (Bild 3, rechts), die einen leichten Astigmatismus gezeigt hat, bestätigte. Das auf Glas reproduzierte Dammann-Gitter zeigt die typischen intensiven sieben Beugungsmaxima (Bild 5). Jedoch traten weitere Nebenmaxima höherer Ordnungen auf, was auf leichte Abformfehler der Mikrostruktur schliessen lässt. Jedoch besteht noch Optimierungsbedarf, um das Verzugs- und Schwindungsverhal-

ten des Feedstocks sowie das Entformen der Bauteile zu kontrollieren. Dies könnte zum Beispiel mit der Wahl eines steiferen Binders für den Feedstock und den Einsatz von Entformungsbeschichtungen optimiert werden.

#### Dank

Die wesentlichen Ergebnisse dieses Artikels wurden grösstenteils aus der Masterarbeit von Kevin Boschung entnommen. Ein besonderer Dank auch an die Firma Glassomer für die Zurverfügungstellung von Material.

#### Kontakt

Institut iRAP  
Prof. Bruno Bürgisser  
Hochschule für Technik und Architektur  
Freiburg, HES-SO  
CH-1700 Freiburg/Fribourg  
Bruno.Buergisser@hefr.ch  
www.irap.heia-fr.ch

Institut ALPS  
Prof. Dr. Beat Neuenschwander  
CH-3400 Burgdorf  
beat.neuenschwander@bfh.ch  
www.alps.bfh.ch

# KUMAsolution

Ihr zuverlässiger Partner, wenn es um Peripherie in der Kunststoffverarbeitung geht!

## Mit unserem Restfeuchte-Messgerät

**SRK10/SRK100** können Sie die Feuchtigkeit in ihrem Granulat bereits vor der Produktion messen.

- einfache Bedienung
- schnelle Analyse
- sehr präzise Messungen der Restfeuchte
- 10/100 ppm Messgenauigkeit



Krahl **K-M**  
Messtechnik

