



Machbarkeitsgrenzen ausloten

Herstellung von Mikrostrukturen über Glass Injection Molding

Kevin Böschung, Bruno Bürgisser, Stefan Hengsberger, Beat Neuenschwander, Tristan Rüeger

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

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 Bräunling entsteht. Über den Sinterprozess erhält man schliesslich das finale Bauteil aus Glas. Die Fertigung von Glasbauteilen mittels Spritzgiessen ist ' Kevin Böschung, Bruno Bürgisser und Tristan Rüeger, alle drei Hochschule für Technik und Architektur Freiburg, HES-SO 2 Stefan Hengsberger, Beat Neuenschwander, beide Institut 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 3: Spritzgegossene und gesinterte Mikrostrukturen auf dem finalen Bauteil aus Glas (links). Analyse der abgeformten Struktur (Kaustikmessung) 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 Mikro-Strukturen in ein Spritzwerkzeug, die Spritzgiessversuche mit anschliessendem Entbindern und Sintern sowie die Analyse der Abformungsqualität und der optischfunktionellen 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 Stahleinsätze 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 (Grünleile) wurden entbindert und gesintert. Das Entbindern erfolgte zweistufig über eine Vorentbinderung in Wasser sowie einer anschliessenden thermischen Entbinderung. 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



KunststoffXtra
5610 Wohlen
056 619 52 52
<https://www.kunststoffxtra.com/>

Genre de média: Imprimé
Type de média: Médias professionnels
Tirage: 3'032
Parution: mensuel

Page: 9,10,11
Surface: 46'314 mm²

Ordre: 1073023
N° de thème: 375009
Référence:
2132b276-e0f4-4332-8525-9e13b4b63440
Coupage Page: 2/5

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 schwieriges 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 Schwindungsverhalten 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 Böschung 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

4» Silikatpulver / Binder Feedstock Grünling Bräunling Bauteil aus Glas *
Compoudieren Spritzgiessen Entbindern Sintern

Fresnel, Glass .Caustic 2sigma (4sigma radius) 1000 - Wub: w0= H0.0pm, M2= 2.0, Z«= 31.0mm, z0= 277.0mm • Wub Wvb: w0= 103.0pm, M2 = 2.3, zR= 23.0mm, z0= 237.0mm • Wvb 800 600 400z 20050 100 150 200 250 300 350 400 450 z [mm] Power of the diffraction Orders, Glass 2.0 1.5 0.5 o.o • 3.0 -2.0 1.0 0.0 1.0 2.0 3.0 Diffraction Order [-]

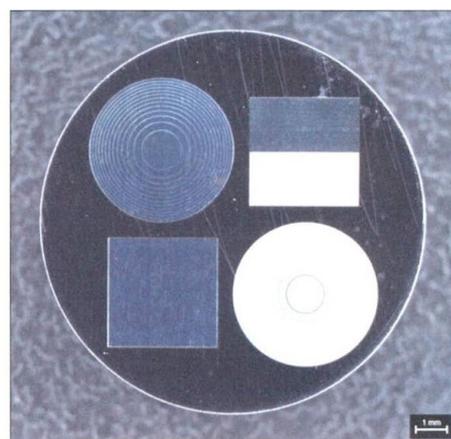
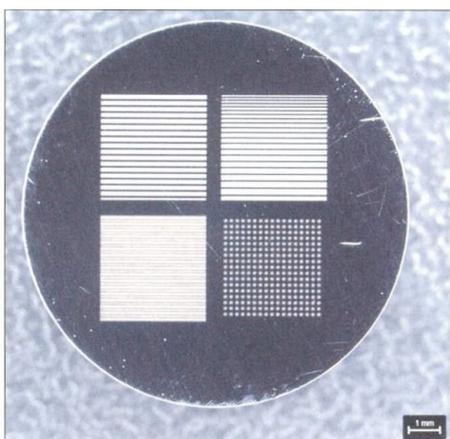


Bild 2: Hergestellte Mikrostrukturen – Periodische Strukturen (links), Topographische Karte der Schweiz (Mitte), Technische Strukturen (rechts) wie Fresnel Linsen und diffraktive optische Elemente. (Quelle: iRAP/ALPS)

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



KunststoffXtra
5610 Wohlen
056 619 52 52
<https://www.kunststoffxtra.com/>

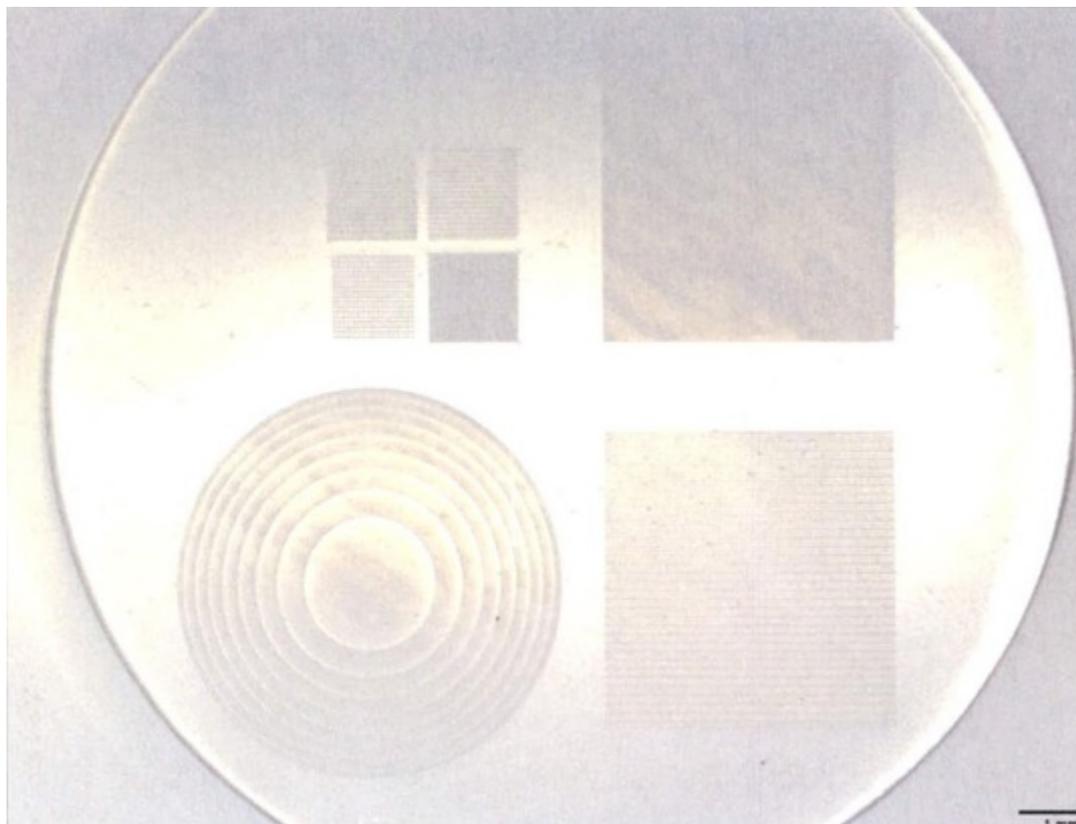
Genre de média: Imprimé
Type de média: Médias professionnels
Tirage: 3'032
Parution: mensuel

Page: 9,10,11
Surface: 46'314 mm²

Ordre: 1073023
N° de thème: 375009
Référence:
2132b276-e0f4-4332-8525-9e13b4b63440
Coupage Page: 3/5



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





KunststoffXtra
5610 Wohlen
056 619 52 52
<https://www.kunststoffxtra.com/>

Genre de média: Imprimé
Type de média: Médias professionnels
Tirage: 3'032
Parution: mensuel

Page: 9,10,11
Surface: 46'314 mm²

Ordre: 1073023
N° de thème: 375009
Référence:
2132b276-e0f4-4332-8525-9e13b4b63440
Coupage Page: 4/5

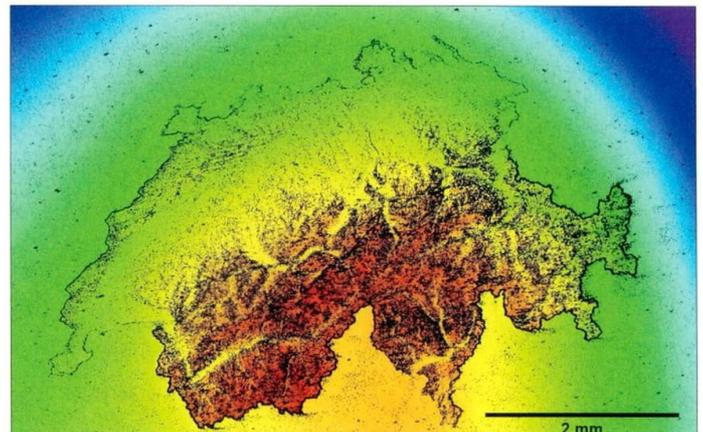
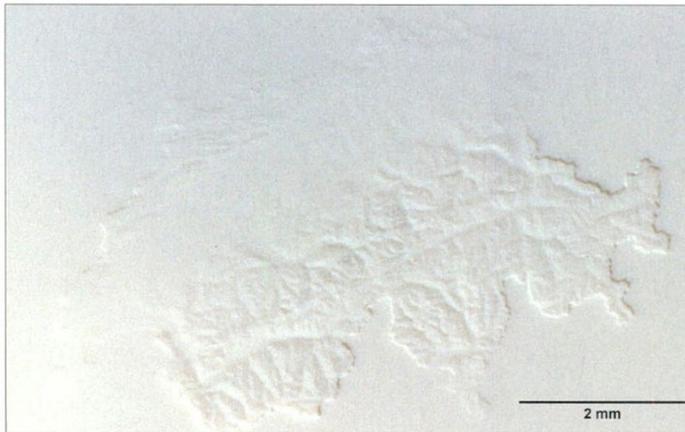
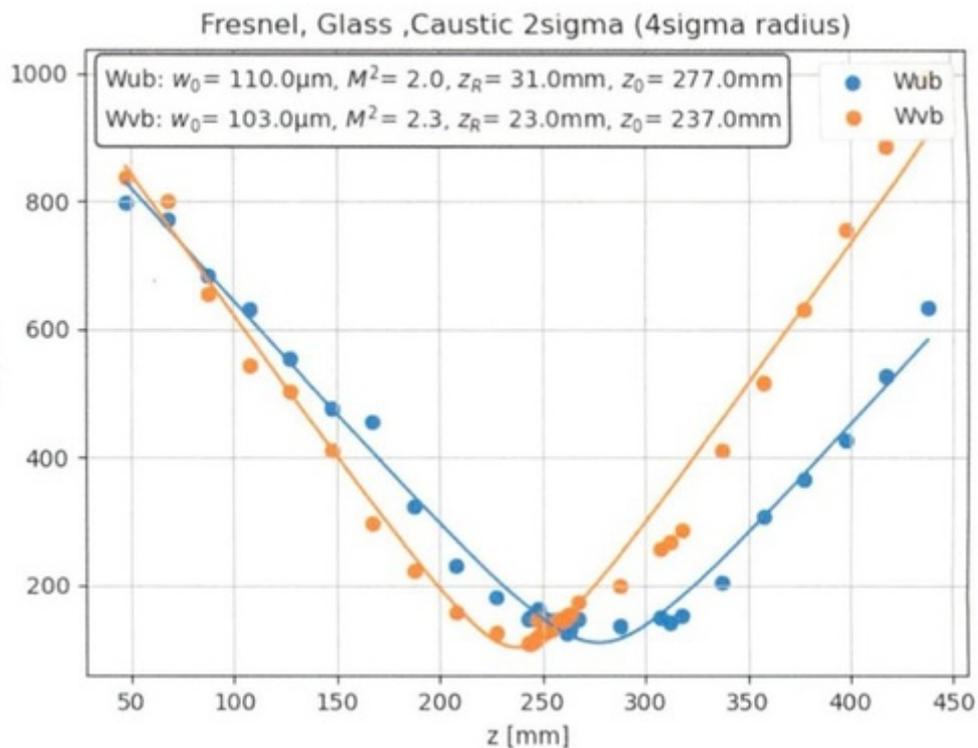


Bild 4: Topographische Karte der Schweiz repliziert auf einem gesintertem Glasbauteil (links). Konfokal-Mikroskopische Analyse der Replikationsqualität (rechts). (Quelle: iRAP/ALPS)

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





KunststoffXtra
5610 Wohlen
056 619 52 52
<https://www.kunststoffxtra.com/>

Genre de média: Imprimé
Type de média: Médias professionnels
Tirage: 3'032
Parution: mensuel

Page: 9,10,11
Surface: 46'314 mm²

Ordre: 1073023
N° de thème: 375009
Référence:
2132b276-e0f4-4332-8525-9e13b4b63440
Coupure Page: 5/5

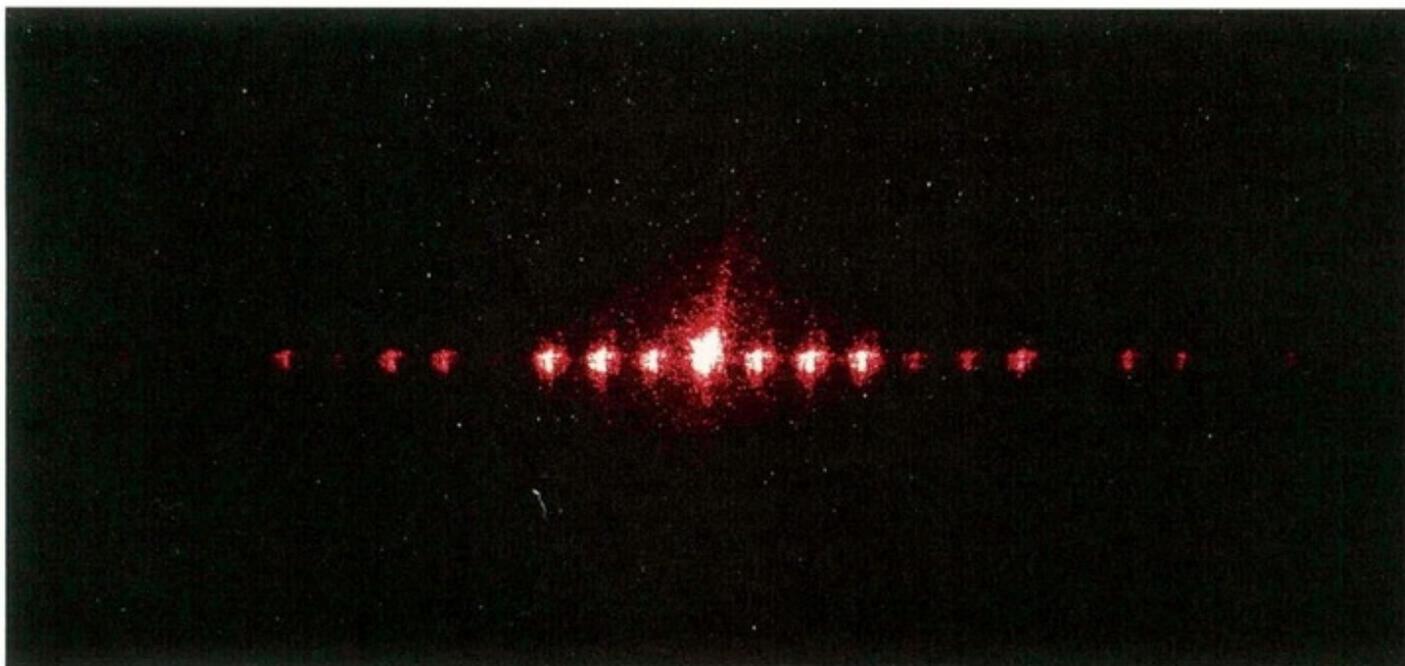


Bild 5: Beugungsmuster des auf Glas reproduzierten Dammann Grätings (links) sowie die Intensitätsmessung der sieben Haupt-Beugungs-Ordnungen (rechts). Quelle: IRAP/ALPS

