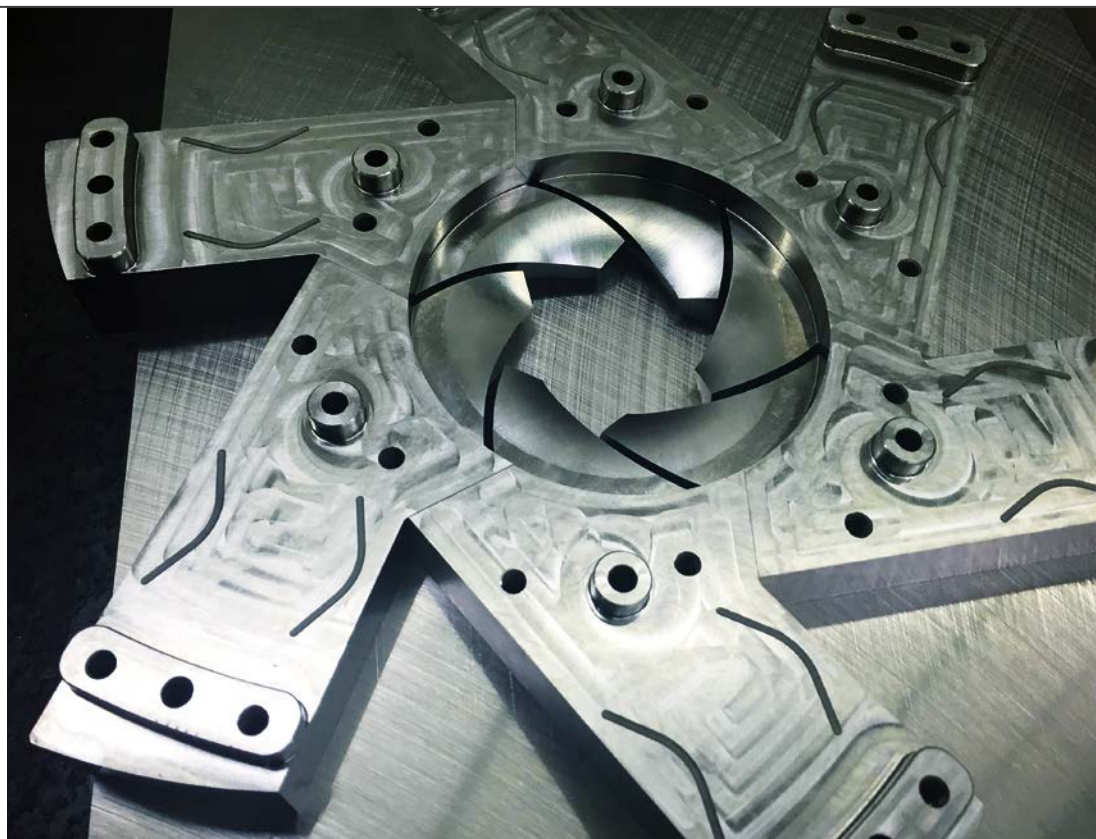


Komplizierte Entfor-

mung: Will man ein 3D-Pumpenlaufrad in einem Stück spritzgießen, wird das Zusammenspiel der Schieberelemente aufwendig. (© Canto)

**WERKZEUGENTWICKLUNG FÜR DIE EINTEILIGE FERTIGUNG VON 3D-PUMPENLAUFRÄDERN**

Knifflige Werkzeugtechnik

Zweieinhalb Jahre haben Canto und Partner im Projekt ‚ProPumpe‘ an einem Werkzeug zur einteiligen Herstellung von 3D-Pumpenlaufrädern getüftelt. Um die schwierige Entformung zu simulieren, verwendeten sie additiv gefertigte Modelle von Werkzeug und Bauteilen.

Laufräder in Wasser- und Heizungspumpen sind enormen Belastungen ausgesetzt und müssen höchste Ansprüche erfüllen. Durch die strömungsoptimierte, dreidimensionale Schaufelradgeometrie ist die Herstellung der Laufräder alles andere als trivial und erfolgt zumeist mehrstufig im Spritzgussverfahren, teilweise als Montagebaugruppe. Im Rahmen des vom BMBF geförderten und vom Projektträger Karlsruhe PTKA betreuten Projekts ‚ProPumpe‘ ist es den Partnern Canto Ing. GmbH, CAD Kaiser, qtec Kunststofftechnik Quedlinburg GmbH und der gemeinnützigen KIMW Forschungs-GmbH gelungen, ein Werkzeug zur einteiligen Herstellung von 3D-Pumpenlaufrädern zu realisieren – ein erster Schritt zu einer effizienteren Fertigung bei geringeren Investitionskosten.

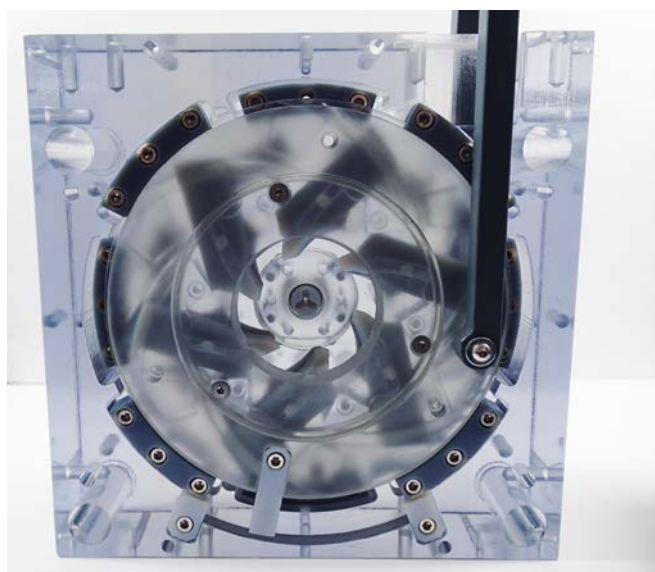
Ausgehend von einem realen Serienlaufrad erstellten Canto und CAD Kaiser zunächst ein Konstruktionsmodell, dessen Entformung sie direkt in der Konstruktionssoftware simulierten.

Simulation der Entformung inklusive Schieberbewegungen

Mögliche Kollisionen der beweglichen Schieberelemente beim Entformen waren so frühzeitig erkennbar. Um die hohe Komplexität des Formteils realisieren zu können, arbeiteten die Werkzeugkonstrukteure mit zweierlei Elementen, die von Düsen- und Auswerferseite her die Kavität bilden. Für die finale Werkzeugkonstruktion simulierten sie zudem das gesamte Werkzeug samt Entformungstechnik. Damit war die Konstruktionsphase abgeschlossen. Auf der Grundlage der Werkzeugkonstruktion

stellte Canto im 3D-Druck eine im Verhältnis 1:3 kleinskalierte Version des Werkzeugs her. Dieses Simulationsmodell enthält alle relevanten beweglichen Teile des Werkzeugs sowie das Pumpenlaufrad selbst. Mit dem Modell konnten die einzelnen Entformungsschritte nachvollzogen und die Entformbarkeit des Artikels verifiziert werden. Das Modell besteht aus grauem und transparentem Kunststoff. Wie das spätere Werkzeug ist es sehr komplex und musste hochpräzise gefertigt werden.

Aus Kosten- und Zeitgründen konnte das reale Werkzeug aus Stahl nicht mit allen erforderlichen filigranen Schieberelementen gebaut werden. Daher entschied das Projektkonsortium, das Werkzeug zunächst mit den auswerferseitigen Schiebern auszustatten, um diese Entformungstechnik im Spritzgussprozess



Zu großen Teilen aus transparentem Kunststoff gedruckt: Düsenseite (links) und Auswerferseite (rechts) des skalierten, 3D-gedruckten Werkzeugdemonstrators. (© Canto)

zu erproben, sowie ein komplettes Pumpenlaufrad spritzgusstechnisch herzustellen. Zu diesem Zweck wurden am Formteil die kleinen Bereiche, in die die düsenseitigen Schieber eingreifen würden, mit Kunststoff aufgefüllt, wodurch sich eine leichte Änderung der Bauteilgeometrie ergab. Den Effekt dieser Veränderung auf die Effizienz der Pumpenlaufräder ermittelte die Wilo SE, Spezialistin auf diesem Gebiet, auf einem Pumpenprüfstand. Hier kamen weitere 3D-gedruckte Bauteile von Canto zum Einsatz. Neben den unterschiedlichen Bauteilgeometrien wurden auch zwei verschiedene 3D-Druckverfahren verglichen: die STL-Technik (Stereolithografie) einerseits und die SLS-Technik (Selective Laser Sintering) andererseits. Durch die relativ raue Oberfläche der SLS-Bauteile wiesen diese eine etwas niedrigere Effizienz auf, waren jedoch wesentlich widerstandsfähiger gegenüber den hohen Belastungen während der Prüfung als die STL-Teile. Die Effizienz der für das Werkzeug angepassten Pumpenlaufräder lag nur 2,5 Prozentpunkte unter der der strömungsoptimierten Laufräder, was die Erwartungen bei Weitem übertraf.

Auf Grundlage der finalen Werkzeugkonstruktion baute Canto schließlich das komplette Werkzeug. Um die einwandfreie Funktion der beweglichen Teile zu gewährleisten, mussten Toleranzen von ± 1 Hundertstel eingehalten werden. Dies

gelang durch den Einsatz von hochgenauen 5-Achs-Fräsen und die Kalibrierung der Maschinen vor jedem neuen Arbeitsgang zumeist auf Anhieb, sodass eine aufwendige Nacharbeit nicht nötig war. Zudem simulierte Canto die Fräsprogramme vorher im CAM-System hyperMill, um einen kollisionsfreien Arbeitsablauf sicherzustellen.

Finale Arbeiten: Härten, Messen, Beschichten

Alle formgebenden Teile wurden in verschiedenen Härtestufen gehärtet, um den Verschleiß am Werkzeug bei der späteren Spritzgussfertigung mit dem Werkstoff PPS GF40 zu minimieren. Zudem erhielten alle beweglichen Teile eine Gleitbeschichtung, um die Reibung zu reduzieren. Jedes Bauteil wurde nach der Fertigung taktil vermessen, bei Bedarf nachbearbeitet und erneut vermessen, um die für den Zusammenbau benötigten Toleranzen an allen Bauteilen zu realisieren. Obwohl der Zusammenbau des Werkzeugs in der Simulation und am 3D-gedruckten Demonstrator reibungslos klappten, waren am Ende mehrere Korrekturschleifen nötig, bis das tatsächliche Werkzeug fehlerfrei lief. Die Erstbemusterung des Werkzeugs am Kunststoff-Institut Lüdenschied zeigte, dass die Bauteile einteilig entformt werden konnten. Alle Werkzeugbewegungen ließen sich im Spritzgussprozess auf der

Maschine störungsfrei realisieren. Lediglich der Anguss musste noch optimiert werden.

Anschließend wurde das Werkzeug im Serienbetrieb bei qtec bemustert. Eine Nonstop-Bemusterung über 24 Stunden zeigte weder Verschleiß am Werkzeug noch Entformungsprobleme. Bemerkenswert ist, dass das so hergestellte Bauteil trotz der diversen ineinanderlaufenden Schieberelemente und trotz hoher Werkzeugtemperaturen weniger Grad aufwies als das ursprüngliche Serienbauteil aus der zweiteiligen Fertigung. Fazit: Die in diesem Projekt entwickelte Werkzeug- und Entformungstechnik kann als serientauglich gelten. ♦

Info

Projektpartner

Canto Ing. GmbH
www.canto-web.de

CAD Kaiser Konstruktionen
www.cadkaiser.de

qtec Kunststofftechnik GmbH
www.qtec-online.de

Gemeinnützige KIMW Forschungs-GmbH
www.kunststoff-institut.de

Das Projekt wurde gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung.

Diesen Beitrag finden Sie online:
www.form-werkzeug.de/7147785