

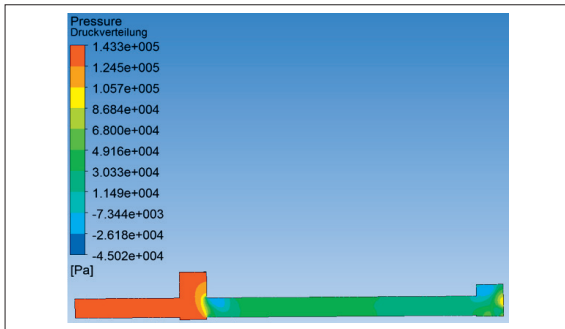


Patrick Gadeschi

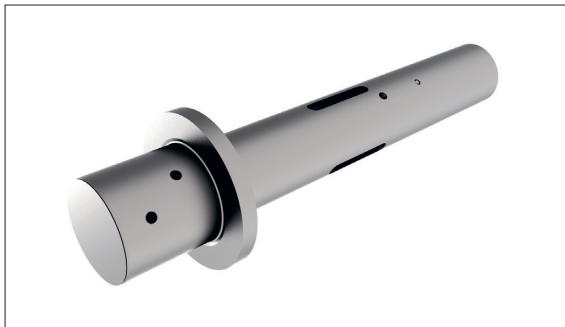
Diplomand	Patrick Gadeschi
Examinator	Prof. Dr. Hanspeter Gysin
Experte	Prof. Dr. Hans Gut, MAN Diesel & Turbo Schweiz AG, Zürich, ZH
Themengebiet	Produktentwicklung
Projektpartner	Fischer AG Präzisionsspindeln, Herzogenbuchsee, BE

Entwicklung eines optimierten Rotationsmedienverteilers für gekühlte Werkzeugmaschinen-spindeln

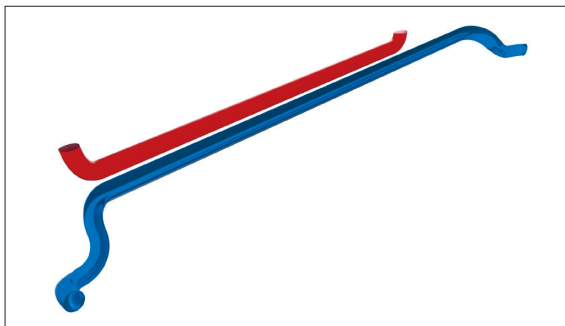
Von der konventionellen Fertigung zum Selective Laser Melting



Der konventionell gefertigte Rotationsmedienverteiler weist vor allem bezüglich der Druckverteilung in den Kanälen Nachteile auf (hier im Schnitt)



Der neue Verteiler erlaubt eine alternative Kanalführung, damit die Sensorschlitze für die Erfassung des Werkzeugspannzustands ermöglicht werden



Die freie Formgebung durch das SLM-Verfahren ermöglicht Kanalverläufe, wie sie mit einer konventionellen Fertigung nicht herstellbar wären

Ausgangslage: Die Firma Fischer AG Präzisionsspindeln ist ein weltweit tätiges Familienunternehmen im Bereich der Herstellung von Werkzeugmaschinen-spindeln. Im Hochleistungssegment werden flüssigkeitsgekühlte Spindeln angeboten, die im Betrieb eine axiale Wärmeausdehnung von unter $1\mu\text{m}$ ermöglichen. Zur Verteilung des Kühlmittels vom stehenden Spindelgehäuse auf die Welle, welche mit bis zu 45000 min^{-1} dreht, dient ein sog. Rotationsmedienverteiler. Dieser wird bis anhin konventionell im spanabhebenden Verfahren hergestellt. Dadurch ergeben sich Nachteile betreffend die strömungsoptimale Gestaltung der Kühlkanäle. Ausserdem muss bei diesen Spindeln der Sensor zur Erfassung des Werkzeugspannzustands aus Platzgründen ausserhalb der Spindel angebracht werden. Dies macht den Sensor anfällig für Beschädigung und Manipulation.

Ziel der Arbeit: Im Rahmen dieser Bachelorarbeit soll ein optimierter Rotationsmedienverteiler entwickelt werden. Bei diesem soll ein strömungsoptimiertes Design umgesetzt sowie die Integration des genannten Sensors ins Innere der Spindel realisiert werden. Die Integration des Sensors verlangt einen geschlitzten Verteiler, wodurch viel Platz für die Kanalführung verloren geht. Um die Umsetzung zu ermöglichen, muss die konventionelle Fertigung verlassen und ein Additive-Manufacturing-Prozess verwendet werden.

Ergebnis: Gegliedert in die vier Projektphasen der Entwicklungsmethodik nach VDI 2221, wurde als Erstes eine umfassende Anforderungsbestimmung mit anschliessender Pflichtenhefterstellung durchgeführt. Für die Auslegung des komplex geformten Bauteils wurden Finite-Elemente-Simulationen eingesetzt. So konnte das Konzept iterativ verbessert und ein neuer Verteiler mit ausreichenden Sicherheitsreserven ins CAD übertragen werden. Zur Überprüfung des strömungsoptimierten Designs dienten CFD-Simulationen. Das neue Bauteil wurde schliesslich im SLM-Prozess gefertigt und zur Beurteilung des Schwingverhaltens einer experimentellen Modalanalyse unterzogen. Als Referenzbasis wurde stets der konventionell hergestellte Verteiler herangezogen. Dank den CFD-Simulationen konnte bestätigt werden, dass beim neuen Bauteil je nach Kanal bis zu 45% weniger Druckverlust auftritt. Zusätzlich wurde ermittelt, dass das Schwingungsverhalten der Bauteile durch eine Befüllung der Hohlräume, je nach verwendetem Stoff, positiv beeinflusst werden kann. Die besagten Hohlräume liegen zwischen den Kühlkanälen. Deren Fertigung wird durch das SLM-Verfahren ermöglicht.