

Bachelorarbeit

Titel:

Entwicklung periodisch offen zellularer Metallstrukturen durch Fused Filament Fabrication und thermisches Sintern

Development of periodically open cellular metal structures by fused filament fabrication and thermal sintering

Hintergrund

Formaldehyd stellt ein wichtiges Intermediat in der chemischen Industrie dar und wird für die weitere Synthese für Polyurethan oder Polyester, Beschichtungen oder Schmierstoffe verwendet. Seine Herstellung erfolgt durch zwei Prozesse, zum einen durch einen Silberkatalysator und durch den Formox-Prozess, bei welchem mittels eines Eisen-Molybdän-Vanadium-Oxidkatalysators Methanol mit Sauerstoff zu Formaldehyd und Wasser oxidiert wird. Wegen des geringeren Energiebedarfs und der insgesamt höheren Produktausbeute wird vor allem der Formox-Prozess verwendet. ^[1]

Die damit verbundenen Herausforderungen ergeben sich zum einen in der Reaktorfahrweise, da es durch die Exothermie der Gasphasenreaktion im Festbett, bestehend aus einer Hohlzylinderschüttung, bei verminderter Wärmeabfuhr über den Mantel des Rohrbündels zu Übertemperaturen kommen kann. Dies hat sowohl das Desaktivieren des Katalysators zur Folge, als auch unmittelbaren Einfluss auf die Reaktionskinetik und somit auf die Selektivität des Prozesses. Eine Möglichkeit, die Wärmeabfuhr im Reaktor zu verbessern, ist der Einsatz von neuartigen Katalysatorträgerstrukturen, den sogenannten periodisch offen zellulären Strukturen (engl. *periodic open cellular structures*, POCS). Diese Strukturen werden additiv gefertigt und zeichnen sich durch eine durchgehende Feststoffmatrix aus. Aufgrund derer kann die durch Exothermie der Reaktion entstehende Wärme deutlich besser abgeführt werden als in einer herkömmlichen Hohlzylinderschüttung. ^[2]

Für die Nutzung von POCS als Katalysatorträgerstruktur ist es dementsprechend notwendig, diese in einem geeigneten additiven Fertigungsverfahren herzustellen. Da der Formox-Prozess bei Temperaturen von bis zu 350 °C abläuft, muss die POCS aus Metall gefertigt werden. Bereits geläufige Verfahren hierfür stellen beispielsweise die SEBM oder SLM dar. Als Alternative zu diesen etablierten aber aufwändigeren Verfahren ist die Herstellung mittels eines Metallpulverfilaments, welches in herkömmlichen FFF-Druckern angewendet werden kann. Das Filament besteht aus Metallpulver und einem Binder, welches via *Fused Filament Fabrication* hergestellt werden kann. Der Binder wird anschließend aus der Struktur entbindet und diese anschließend gesintert. ^[3]

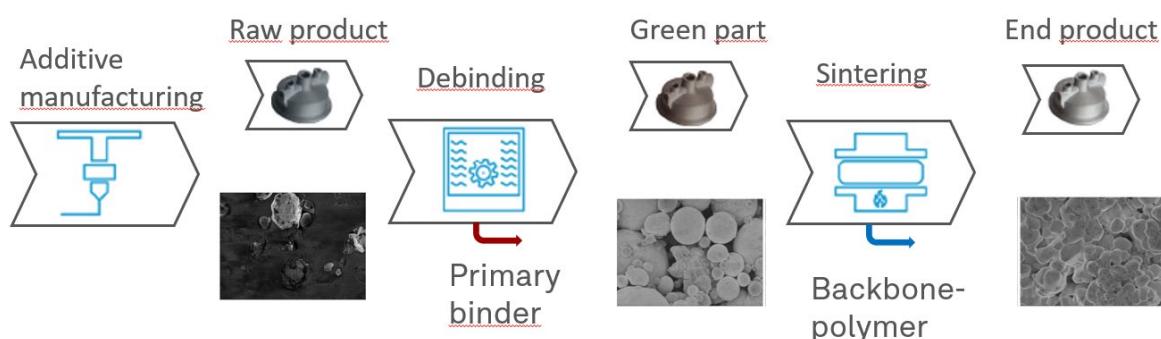


Abbildung 1: Prozessablauf des Metall-FFF-Verfahrens (Abbildung adaptiert) ^[4]

Zielsetzung der Arbeit

Die Fertigung von metallischen POCS für die Anwendung im Formox-Prozess mittels Metallpulverfilament in Ultimaker S3-Druckern untersucht werden. Insbesondere die Reproduzierbarkeit des Drucks, die Abweichungen der Strukturgeometrien von der CAD-Struktur und untereinander, die mechanische Festigkeit der so hergestellten POCS, sowie die generelle Anwendbarkeit des Verfahrens sind dabei von Interesse.

Gliederung der Arbeit

Woche 1 - 2 Literaturrecherche,
Einarbeitung in Inventor und Cura

Woche 3 - 5 *Fused Filament Fabrication*

- Planare und diamantzellbasierte POCS
- Einstellung geeigneter Druckparameter und *supports*
- Druckfähigkeit unterschiedlicher Metallfilamente

Woche 6 - 8 Entbinderung und Sintern von POCS

- Untersuchung des Schrumpfverhaltens
- Festigkeitsversuche und Testung der mechanischen Eigenschaften

Woche 9 Vergleich und Auswertung der Ergebnisse

Woche 10 - 12 Zusammenschreiben der Bachelorarbeit

Modalitäten

Dauer der Arbeit: 3 Monate (Vollzeit)

Beginn der Arbeit: sofort

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Hannsjörg Freund

Betreuerin: Elodia Morales, M.Sc.

Literatur

- [1] G. Reuss et al., *Formaldehyde*, In Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, (Ed.), **2000**
- [2] C. Busse et al., *Periodic open cellular structures (POCS) as catalyst support for intensified heat transport in the partial oxidation of methanol to formaldehyde*, Chem. Eng. J., 489, 151139, **2024**
- [3] BASF, *Ultrafuse® Metal Filaments, User Guidelines for 3D printing metal parts*, www.forward-am.com, **2019**
- [4] www.igo3d.com/metall-filament, aufgerufen am **17.04.25**