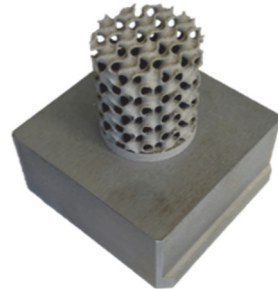


Restriktionsgerechte Strukturoptimierung mit CFD und metalladditive Fertigung

Scherf, S. C.

Im folgenden Artikel werden Methoden zur Optimierung von Strukturreaktoren der chemischen und Prozessindustrie vorgestellt. Neben Ansatzpunkten zur Verbesserung der Nachhaltigkeiten von Strukturreaktoren wird ein Überblick aktueller Forschungsthemen gegeben.



The following article presents methods for the optimization of structured reactors in the chemical and process industries. In addition to aspects for improving the sustainability of structured reactors, an overview of current research topics is given.

Simulationsmethoden und Additive Fertigung für die Herstellung von nachhaltigeren Strukturreaktoren

In der chemischen und Prozessindustrie (CPI) stehen Nachhaltigkeit, hohe Energieeffizienz und geringer Ressourcenverbrauch zunehmend im Vordergrund und stellen neue Anforderungen an Reaktoren, dessen Entwicklung und Prozesse. Möglichkeiten zur Verbesserung von Strukturreaktoren der CPI bieten sich prinzipiell auf allen Ebenen der Wertschöpfungskette:

- In der rechnergestützten Entwicklung von Reaktoren und Prozessen, durch die Reduktion von Experimenten und ressourcenschonenderen Fertigungsverfahren
- Auf Produktebene, durch eine verbesserte Funktionserfüllung der chemisch-verfahrenstechnischen Reaktoren bzw. durch Prozessintensivierung
- Und auf Prozessebene, durch bedarfsgerechtere agilere Prozesssteuerungen.

Um die oben genannten Ziele der CPI auf den Ebenen zu adressierten werden vermehrt Simulationsmethoden eingesetzt. Insbesondere in der Produktentwicklung von chemisch-verfahrenstechnischen Strukturreaktoren werden phasenübergreifend vermehrt Simulationsmethoden eingesetzt. Zur Absicherung der Anforderungserfüllung werden dabei Methoden wie die numerische Strömungsmechanik (Computational Fluid Dynamics, CFD) eingesetzt um Lösungskonzepte zu analysieren. Ziel der Analyse ist es ein tiefgreifendes Verständnis über die Fluid-Struk-

tur-Interaktion und den damit verbundenen physikalischen und chemischen Vorgängen im Reaktorentwurf zu erlangen. Aufbauend auf den Erkenntnissen kann das Simulationsmodell für die Multizieloptimierung des Reaktorentwurfs genutzt werden. Funktionsziele der Reaktorentwicklung können dabei z.B. eine zu maximierende Wärmeübertragungsleistung und spezifische Reaktoroberfläche, sowie ein zu minimierender Druckverlust, sein. Im Designentwurf bzw. Designstudien, spätestens aber in der finalen Ausgestaltung der Reaktorstruktur, müssen fertigungstechnische Restriktionen berücksichtigt werden. Restriktionen konventioneller Fertigungsverfahren behindern dabei häufig die funktionsgerechte Ausführung von Reaktoren.

Für die Herstellung von Strukturreaktoren, werden daher zunehmend keramik- oder metallverarbeitende Prozesse der Additiven Fertigung (engl. Additive Manufacturing, AM) eingesetzt. Diese Prozesse bieten durch die schichtweise Fertigung viele Freiheitsgrade, die in der Entwicklung und Konstruktion maßgeschneiderter Reaktoren, für eine funktionsgerechtere Geometriegestaltung auf Produktebene, genutzt werden können. Gleichzeitig bietet die Additive Fertigung durch ihre Eigenschaften digital, generativ und direkt, auf Entwicklungs- und Herstellungsebene viele Potentiale zur Einsparung von Energie und Ressourcen. Wie bei allen Fertigungsverfahren, sind aber auch bei der Verwendung von Prozessen der Additiven Fertigung Fertigungsrestriktionen zu berücksichtigen. Um die Fertigbarkeit neuartiger Designs zu gewährleisten und eine definierte Qualität zu erhalten, müssen, neben den Restriktionen des additiven Prozesses, auch Nachbearbeitungsverfahren und deren Restriktionen in der Entwicklung berücksichtigt werden.

Für die industrielle Entwicklung innovativer Reaktorkonzepte, ist eine generische simulationsbasierte Entwicklungsmethodik notwendig, die die Potential von Simulationsmethoden und Additiver Fertigung vereint.

Aktuelle und geplante Arbeiten

Zum Thema wird aktuell an geeigneten Simulationsmodellen für die restriktionsgerechte Strukturoptimierung, an Nachbearbeitungsverfahren /1/ und neuen Beheizungskonzepten für Strukturreaktoren geforscht. Um die praktische Anwendbarkeit der Reaktorkonzepte zu validieren und weiterentwickeln, werden experimentelle Untersuchungen an ausgewählten Reaktorkomponenten zusammen mit dem Institut für Chemische und Elektrochemische Verfahrenstechnik der TU Clausthal durchgeführt.

Literatur

- /1/ Lisa J. Sawatzki, Reiner Sackermann, Sören C. Scherf, Armin Lohregel: Ermittlung und Optimierung der Durchlaufzeit-Anteile der AM-Prozesskette unter Berücksichtigung AM-gerechter Konstruktionsmerkmale. Konstruktion für die Additive Fertigung. Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, 2020