

Strömungssimulation Schneidkopf

Studiengang: BSc in Maschinentechnik
Betreuer: Thorsten Kramer, Lukas Moser
Experte: Dr. Armin Heger

Die Laserbearbeitung von Werkstücken führt zu Verunreinigungen an den Produktionsanlagen. An optischen Komponenten sind diese kritisch, weil dadurch die Qualität der Bearbeitung beeinflusst wird. Computersimulationen erlauben es, die Strömungsvorgänge zu analysieren, welche für diese Ablagerungen ursächlich sind. Kombiniert mit additiven Fertigungsverfahren lassen sich so Komponenten entwickeln, in denen Gegenmassnahmen in Form von Strömungsgeometrien direkt integriert sind.

Fragestellung

Das Laserschneiden von Blechen geschieht mit Hilfe eines Prozessgases, welches das geschmolzene Metall mit hoher Geschwindigkeit aus dem Schnittspalt treibt. Bei diesem Vorgang entstehen auch feinste Partikel, die auf Dauer die optischen Komponenten der Schneidanlage verschmutzen und das Schneiden verschlechtern. Es stellt sich die Frage, welche Strömungsmechanismen für den Schmutzeintrag verantwortlich sind und mit welchen Lösungen diesen begegnet werden kann.

Methodik

Für einen bestehenden Schneidkopf wurden numerische Strömungssimulationen (CFD) durchgeführt, um die Fließverhältnisse des Prozessgases aufzuzeigen. Ausgehend von den Betriebsbedingungen wurden insbesondere die Vorgänge nach dem Stoppen der Gaszufuhr betrachtet. Hier wird ein Auslöser für die Verschmutzung innerhalb der Baugruppe vermutet.

Herausforderungen

Das Prozessgas erreicht an der Austrittsdüse Schallgeschwindigkeit, wodurch sich eine anspruchsvolle Strömungsphysik ergibt. Eine genaue Abbildung dieser erfordert geeignete Algorithmen und ein umfangreiches Rechenetz, welche zu Simulationsdauern von mehreren Tagen bis Wochen führen können. Es galt einen Ausgleich in Form von Idealisierungen zu finden, um trotz des zeitlichen Rahmens zu aussage-

kräftigen und physikalisch korrekten Ergebnissen zu gelangen.

Ergebnisse

Mit den Simulationen konnte gezeigt werden, dass ein abrupter Unterbruch der Gaszufuhr zu einer Rückschwingung in den Schneidkopf führt. Diese konnte in Bezug auf Amplitude und Frequenz beschrieben werden. Auf dieser Grundlage wurde im Anschluss ein Lösungsvorschlag erarbeitet, der in Analogie zu einem Tesla-Ventil die Energie der Rückströmung nutzt, um ebendiese zu unterbinden. Dieses Konzept, welches vollständig passiv wirkt, wurde innerhalb der Systemgrenzen in ein Modell umgesetzt und wiederum mit CFD-Simulationen auf seine Effektivität und Limitierungen hin untersucht.

Ausblick

Die Erkenntnisse aus dieser Arbeit schaffen die Basis, um in weiteren Schritten mit Hilfe von Detailuntersuchungen von Strömung und Festigkeit ein versuchsfertiges Bauteil zu konstruieren. Dieses kann mit additivem Metall-3D-Druck hergestellt und in den vorhandenen Schneidkopf eingebaut werden. Mit Messungen im realen Schneidbetrieb können zuletzt die Simulationen validiert und die Effektivität der Lösung in Bezug auf das Reduzieren des Partikeleintrags nachgewiesen werden.



Abdülmeçit Üstün

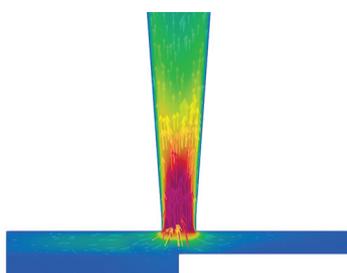
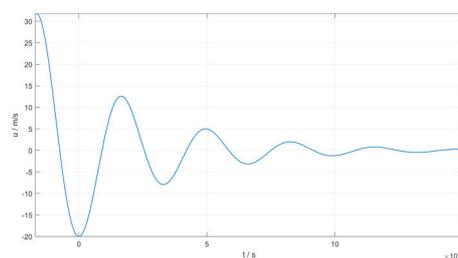


Illustration der Rückströmung aus CFD-Simulation



Rückströmung als gedämpfte harmonische Schwingung