



Diplomand Lecardonnel Denis
Dozent Prof. Dr. Deniz Sabri
Projektpartner Institut IME, CC Fluidmechanik und numerische Methoden
Experte Dr. Schlienger Joel
Themengebiet Energien, Fluide und Prozesse

Geschwindigkeitsmessungen an optimierten 180°-Rechteck-Krümmern

Ausgangslage

Die Untersuchung der Strömungsverluste in Rohrkrümmern, welche zum Beispiel in Wärmetauschern, Gasturbinen und auch in anderen technischen Anwendungen vorkommen, ist von zentraler Bedeutung für den effizienten Fluidtransport in solchen technischen Anlagen. Rohrkrümmer tragen durch Strömungsablösungen zu Verlusten bei. Um die Effizienz zu steigern, hat das Kompetenzzentrum für Fluidmechanik & Numerische Methoden der Hochschule Luzern mittels CFD-Techniken optimierte 180°-Rechteckkrümmer entwickelt, die Verluste um bis zu 50 % reduzieren können. Ziel dieser Arbeit ist es, diese optimierten Krümmer mithilfe von Geschwindigkeitsmessungen zu untersuchen und deren Strömungscharakteristiken sowie Verlustverhalten zu untersuchen.

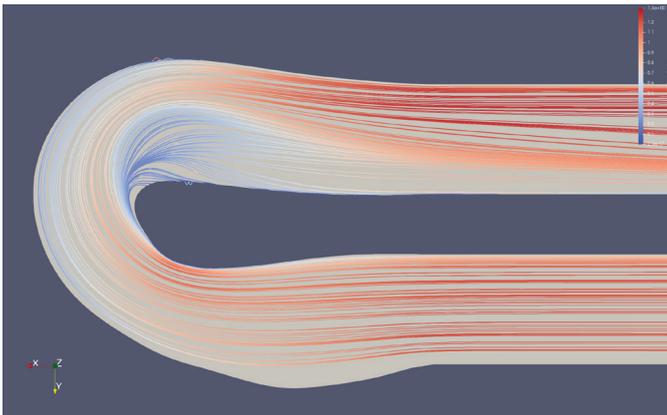


Abb. 1: CFD-Visualisierung einer Fluidströmung in einem vierseitig optimierten 180°-Rechteck-Krümmern

Vorgehen

Vorgängig werden Einschränkungen und Randbedingungen festgelegt, um den Fokus der Arbeit zu definieren und die Komplexität des Themas zu reduzieren. Die optimierten 180°-Krümmergeometrien werden in einem Prüfstand mit Wasser durchflossen und es werden Geschwindigkeitsdaten mittels Laser-Doppler-Anemometrie an verschiedenen Messpunkten erfasst. Zu Beginn ist eine gründliche Einarbeitung in den Labor-Prüfstand und die Laser-Doppler-Anemometrie von Wichtigkeit. Die Untersuchung umfasst dreiseitig- und vierseitig-optimierte Rechteckkrümmer. Weiterführend wurden Messungen an einem nicht optimierten Standard-Krümmern durchgeführt, um die Unterschiede der Strömungscharakteristiken der verschiedenen Krümmer zu untersuchen. Diese Arbeit untersucht die Strömungen am Eintritt und Austritt der Krümmer. Es wurden auch Messungen im Ablösegebiet des dreiseitig optimierten Krümmers durchgeführt, um eine vollständige Analyse der dort herrschenden Strömungsverteilung zu ermöglichen.

Die gemessenen Daten werden aufgearbeitet, analysiert und visualisiert. Zusätzlich werden die experimentellen Daten mit CFD-Simulationen verglichen, um die Durchströmung und die Druckverteilung zu analysieren sowie die gemessenen Daten zu validieren.

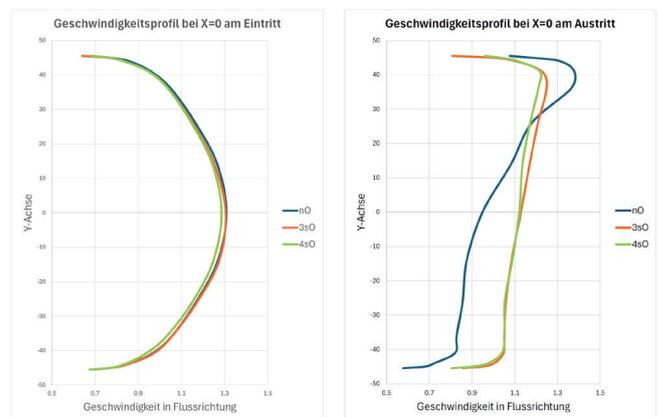


Abb. 2: Geschwindigkeitsprofile am Eintritt und am Austritt der verschiedenen Krümmergeometrien

Ergebnis

Die Ergebnisse zeigen, dass die optimierten Krümmer zu einer deutlich gleichmäßigeren Strömung am Austritt führen und weniger Ablöseeffekte auftreten. Die optimierten 180°-Krümmer-Geometrien zeigen eine deutliche Verbesserung hinsichtlich der Durchströmungseigenschaften, was zu einer höheren Effizienz und Zuverlässigkeit des Systems führt. Es konnten keine negativen Geschwindigkeiten oder Rückströmungen am Austritt festgestellt werden, was auf eine stabile Strömungsführung und geringe Neigung zu Ablösung hinweist. Die berechneten CFD-Simulationen bestätigen die gemessenen Daten. Weiterführend bestätigen die Ergebnisse dieser Arbeit vorgängig durchgeführte Druckmessungen am dreiseitig optimierten Krümmer, welche eine deutliche Reduktion der Verluste um bis zu 77.5 % feststellen.

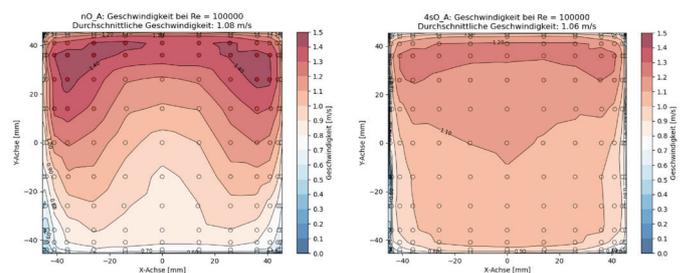


Abb. 3: Geschwindigkeitsverteilung am Austritt des nicht optimierten Krümmers (links) sowie am Austritt des vierseitig optimierten Krümmers (rechts)