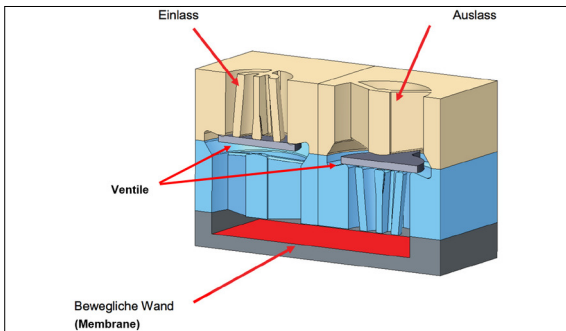




Kevin Schumacher

Student	Kevin Schumacher
Examinatoren	Prof. Dr. Markus Friedl, Marcel Koller
Themengebiet	Energy and Environment
Projektpartner	KNF Flodos AG, Sursee, LU

FSI-Simulation einer Flüssigkeits-Membranpumpe



Querschnitt einer Membranpumpe mit den Ventilen beim Ein- und Auslass. Die Strömung wird durch die Membrane erzeugt.

Ausgangslage: KNF Flodos entwickelt und produziert u.a. Flüssigkeits-Membranpumpen für Prozess und Laboranwendungen. Für die Entwicklung der Membranpumpen nutzt KNF Flodos zurzeit nebst experimentellen und analytischen Methoden auch Strukturmechaniksimulationen. Die Firma möchte nun prüfen, welchen Nutzen Strömungssimulation und insbesondere die Kopplung von Strömungs- und Struktursimulation (FSI, Fluid Structure Interaction) für die Entwicklung der Membranpumpen bringen.

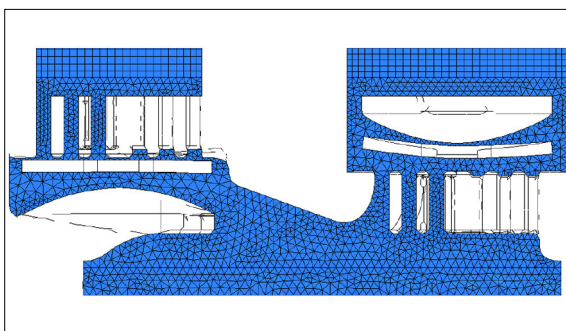
Ziel der Arbeit: Es ist das Ziel der Arbeit, mittels FSI-Simulation die Strömungsvorgänge in einer ausgewählten Membranpumpe von KNF Flodos abzubilden, die Simulation mit experimentellen Daten zu validieren und wenn möglich Vorschläge für die strömungstechnische Optimierung abzuleiten. Die Flüssigkeits-Membranpumpen von KNF Flodos bestehen aus einem Einlass- und einem Auslassventil. Die Ventilbewegung wird von der einströmenden Seite durch Stege begrenzt und auf der anderen Seite durch den Sattel. Die Strömung wird durch eine bewegte Membrane erzeugt.



Aufteilung der Problemstellung in einzelne Teilprobleme.

Die Aufgabenstellung wird in einzelne Teilprobleme unterteilt. Dadurch lassen sich die nötigen Anwendungen und Voraussetzungen für die Software besser feststellen. Es werden mit einem kommerziellen CFD-Programm anhand eines einfachen Modells die einzelnen Teilprobleme ausgetestet und immer komplexer gestaltet. Die einzelnen Teilprobleme werden zusammengeführt bis am Ende die Simulation der kompletten Membranpumpe durchgeführt werden kann. Für die schlussendlich angestrebte Simulation wird die originale Pumpengeometrie von KNF Flodos verwendet.

Fazit: In der gegebenen Zeit war es nicht möglich die Fragestellung von KNF Flodos zur transienten Ventilumströmung zu beantworten. Die Hauptprobleme waren die starke Vorspannung der Ventile und das anfällige Remeshing, das wider Erwarten mit dem CFD-Programm nicht behandelt werden konnte. Es liessen sich interessante Ergebnisse für eine stationäre Ventilumströmung ohne Verformung erzielen. Simple FSI-Simulationen funktionierten problemlos. Bei einer komplexen Geometrie wie der Membranpumpe mit Vorspannung der Ventile, direkten Wandkontakten und wenig Freiraum fürs Remeshing gerät die Software aber schnell an die Grenzen. Aus den Erkenntnissen dieser Arbeit wird KNF Flodos von der Verwendung der getesteten CFD-Software für die FSI-Simulation ihrer Membranpumpen abgeraten. Simulationen an sich erscheinen aber als sinnvoll.



Verformung der Ventile beim Zeitschritt 0.006 s. Anpassung der Vernetzung mit Remeshing in ANSYS FLUENT