

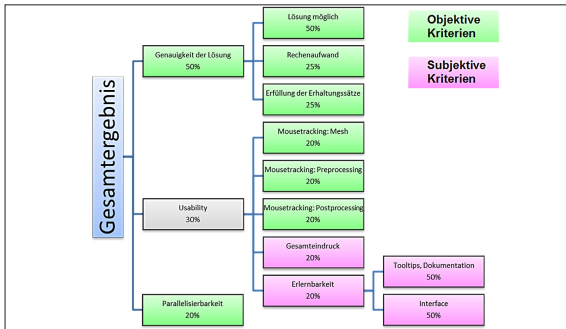


Simon Luginbühl

Diplomand	Simon Luginbühl
Examinator	Prof. Dr. Markus Friedl
Experte	Dr. Dirk Wilhelm, Bruker Biospin, Fällanden ZH
Themengebiet	Numerische Strömungssimulationen

# Vergleich der Finiten-Element-Methode und der Finiten-Volumen-Methode für Strömungssimulationen

Anhand der Programme ANSYS CFX, COMSOL Multiphysics und NX-Flow

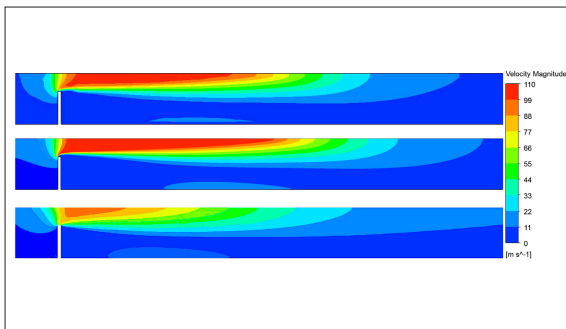


Kriterien zur Bewertung der Programme und deren Gewichtung

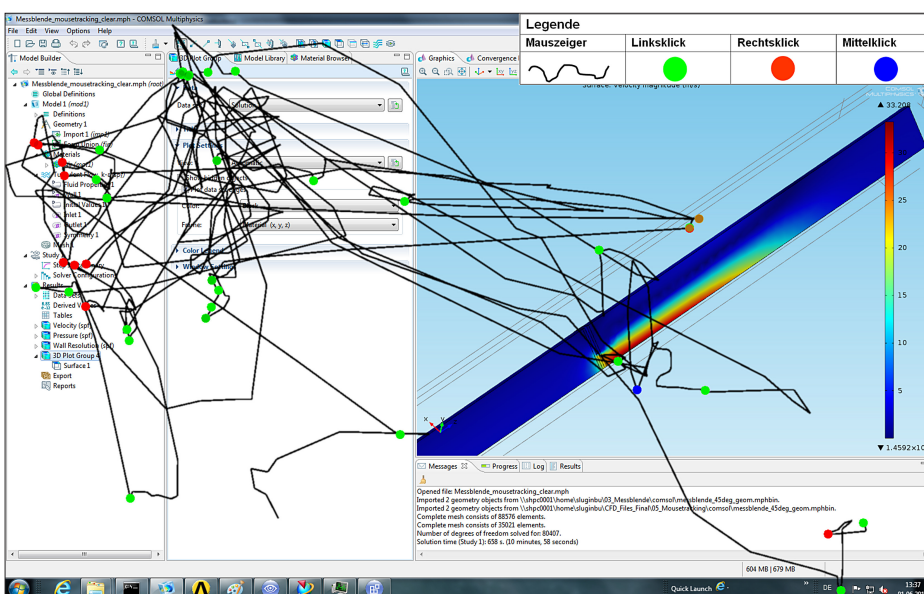
In einer numerischen Strömungssimulation wird die Strömung durch ein Differenzialgleichungssystem beschrieben. Damit dieses Differenzialgleichungssystem von einem Rechner gelöst werden kann, muss das Rechengebiet in eine endliche Anzahl räumliche Abschnitte aufgeteilt werden. Dieser Vorgang wird Diskretisierung genannt. Die meisten kommerziell verwendeten CFD-Programme nutzen zur Diskretisierung des Raumes die Methode der Finiten Volumen (FVM). Es gibt jedoch auch Programme, die die Finite-Element-Methode (FEM) verwenden. Aus theoretischen Überlegungen geht hervor, dass die FVM für Strömungssimulationen besser geeignet ist. Es ist jedoch umstritten, inwiefern sich das auf die praktische Anwendung auswirkt.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen numerischen Methoden sowie die Vor- und Nachteile der verwendeten Programme aufzuzeigen. Dazu wurden vier Fallbeispiele (Testcases) simuliert und die Ergebnisse der Simulationen mit einer analytischen oder empirischen Lösung verglichen. Die Testcases beinhalten inkompressible und kompressible Strömungen, Fluid-Struktur-Interaktion und natürliche Konvektion. Für alle Testcases wurden Genauigkeit der Lösung, Rechenaufwand und Erfüllung der Erhaltungssätze bewertet. Zusätzlich wurden Versuche zur Parallelisierbarkeit der Berechnungen und zur Benutzerfreundlichkeit durchgeführt.

Es hat sich gezeigt, dass bei der Simulation kompressibler Strömungen in FEM-basierten Programmen Erhaltungssätze verletzt werden. Dies geschieht jedoch in einer Größenordnung, die für die praktische Anwendung nur in Ausnahmefällen einen Einfluss haben dürfte. Ein grosser Vorteil von FEM-basierten Lösern ist die Möglichkeit zur direkten Koppung mit Festkörpersimulationen, die ebenfalls die FEM verwenden.



Geschwindigkeitskonturen für die Strömung durch eine Messblende im Vergleich. Oben: CFX, Mitte: COMSOL, unten: NX-Flow



Visualisierung der Mausbewegungen und -klicks beim Postprocessing in COMSOL