



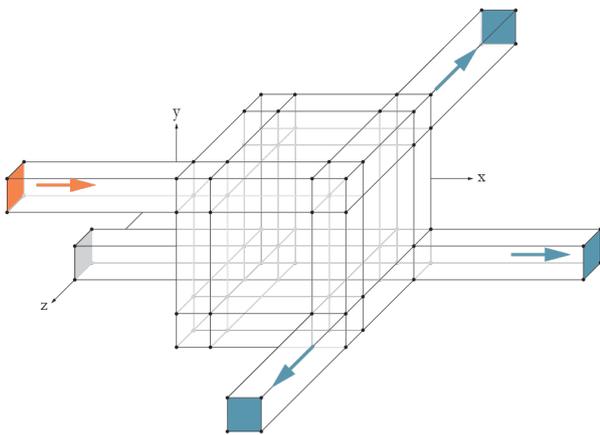
**Diplomand**  
**Dozent**  
**Projektpartner**  
**Experte**  
**Themengebiet**

**Tobias Kipfer**  
**Prof. Dr. Luca Mangani**  
**Institut IME, CC FMHM**  
**Dr. Joel Schlienger**  
**Energien, Fluide und Prozesse**

## Topologieoptimierung mittels dichtebasierter Adjoint Methode

### Ausgangslage

Um strömungsrelevante Geometrien zu verbessern braucht es Versuche und Tests mit aufwändigen Testmodellen. Dies ist ein zeit- und kostenintensiver Prozess. Heutzutage bieten CFD-Programme die Möglichkeit, diesen Prozess mit Simulationen zu beschleunigen. Testmodelle werden damit nicht ersetzt, aber die Notwendigkeit dafür kann signifikant gesenkt werden. Jedoch ist selbst mit CFD das Verbessern von Bauteilen ein aufwändiger Prozess. Dabei kommen komplexe Optimierungsalgorithmen zum Einsatz. Während bei der Formoptimierung eine gegebene Geometrie verformt wird, benötigt die Topologieoptimierung lediglich eine grobe Begrenzung der Bauform und sucht darin nach der strömungstechnisch optimalen Topologie. Jeder Zelle eines Netzes wird dazu eine Porosität zugeschrieben, welche die Durchlässigkeit der Zelle beschreibt. Der Optimierungsalgorithmus sucht dann nach der Porositätsverteilung mit den geringsten Verlusten. Generell werden gradientenbasierte Optimierungsalgorithmen verwendet. Um die Gradienten für grosse Netze mit realistischem Aufwand berechnen zu können, kommt die Adjoint Methode zum Einsatz.



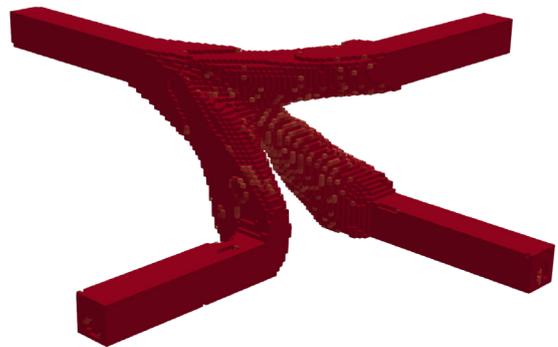
**Abb. 1:** Dreidimensionale Geometrie mit einem Inlet und drei Outlets. Das zu optimierende Gebiet ist der Würfel in der Mitte

### Vorgehen

Die Hochschule Luzern besitzt einen eigenen Optimierer, der die diskrete Adjoint Methode verwendet. Damit ist eine Topologieoptimierung für dreidimensionale Fälle möglich. Für eine erfolgreiche Optimierung werden die Werte von mehreren Parametern benötigt. Um den Einfluss der Parameter und die Wahl von korrekten Werten zu ermitteln wurde mit einem zweidimensionalen Testfall eine

Parameterstudie durchgeführt. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse halfen bei der Optimierung eines dreidimensionalen Falles.

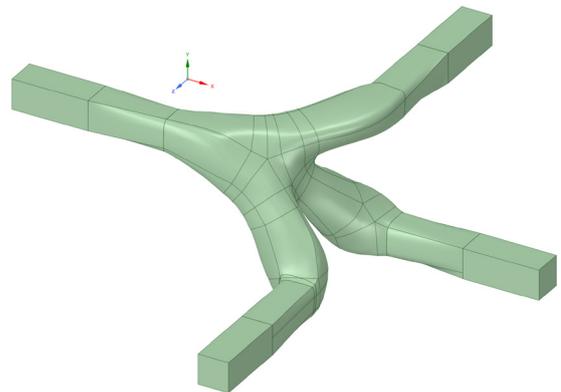
Für eine praktische Anwendung ist die Rekonstruktion einer Geometrie aus dem Ergebnis der Topologieoptimierung relevant. Für diese Umsetzung wurde ein Verfahren mit zwei Softwareanwendungen getestet und umgesetzt.



**Abb. 2:** Das Ergebnis aus der Topologieoptimierung

### Ergebnis

Der Optimierer der HSLU konnte für beinahe alle getesteten Fälle eine erfolgreiche Topologieoptimierung durchführen. Die Wahl der benötigten Parameter stellte sich dabei als Schwierigkeit heraus. Anhand der Parameterstudie konnten keine allgemeinen Formulierungen für die Berechnung aufgestellt werden. Für erste Schätzungen können die Erkenntnisse dennoch hilfreich sein. Die getestete Methode für die Geometrierückführung stellte sich als effizient heraus.



**Abb. 3:** Rekonstruierte Geometrie aus dem Ergebnis der Topologieoptimierung