

## ÜBUNG 12: CARNOTSCHER STOß

### INHALT

Ziele.....	2
<b>A. Analytische Ausrechnung.....</b>	<b>2</b>
<b>B. ANSYS Simulation.....</b>	<b>2</b>

## ZIELE

Wir untersuchen den Strömungsverlauf durch eine einfache Düse. Dabei lernen wir die Analytik zur Strömungsberechnung und die CFX Simulation in ANSYS kennen.

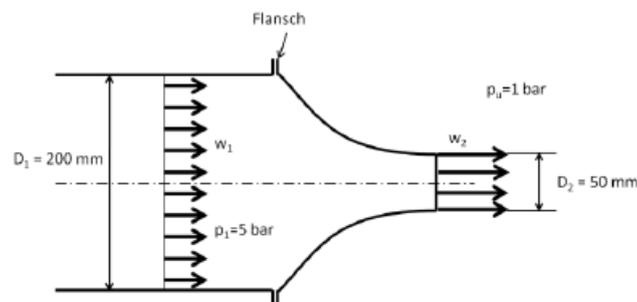
## A. Analytische Ausrechnung

Gegeben sei eine wasserdurchströmte Düse gemäß Strömungsmechanik-Klausuraufgabe SS 2011, Aufg. 2 (Prof. Dettmann, HS):

### Aufgabe 2: Ausströmen aus einer Rohrleitung mit Düse

(21 Punkte)

An eine von Wasser mit der konstanten Dichte ( $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ ) durchströmten, horizontalen Rohrleitung mit dem Innendurchmesser  $D_1 = 200 \text{ mm}$  wird eine Düse mit dem Öffnungsdurchmesser  $D_2 = 50 \text{ mm}$  angeschlossen. Hinter der Düse tritt die Strömung als Freistrahlin in die Umgebung aus. Der Druck im Rohr vor dem Eintritt in die Düse beträgt  $p_1 = 5 \text{ bar}$ . Der Umgebungsdruck beträgt  $p_u = 1 \text{ bar}$ .

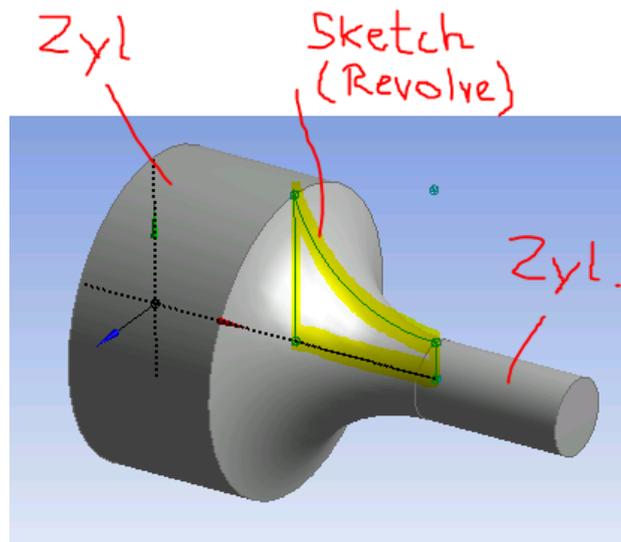


- Wie groß sind die Strömungsgeschwindigkeiten im Rohr mit dem Durchmesser  $D_1$  und am Austritt aus der Düse, wenn die Strömung reibungsfrei durch Leitung und Düse strömt? (9P)
- Wie groß ist der Volumenstrom durch die Leitung? (2P)
- Wie groß ist die Kraft, die von der Strömung auf den Flansch zwischen Leitung und Düse ausgeübt wird, nach Betrag und Richtung? (8P)
- Wie groß ist die Rückstoßkraft, die auf Leitung und Düse wirkt? (2P)

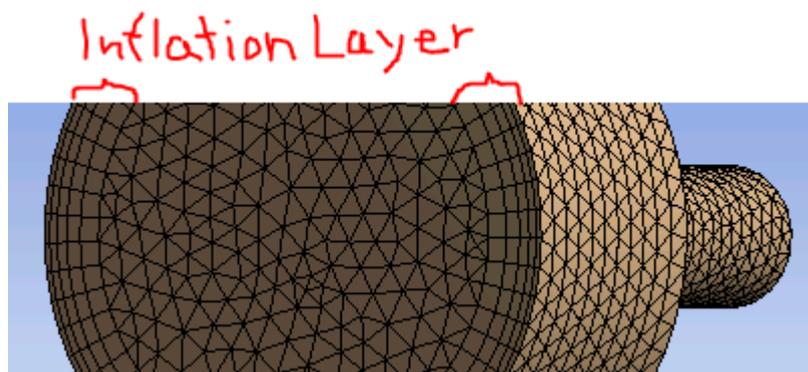
Hinweis: Verwenden Sie zur Lösung des Aufgabenteils c) den Impulssatz.

## B. ANSYS Simulation

Starte AnsysWB und lege ein Fluid-Flow-(CFX)-Projekt an. Generiere die Geometrie entsprechend Aufgabenstellung. Das Bild kann als Vorschlag verstanden werden.



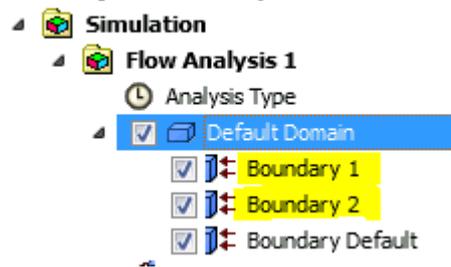
Wechsle zum Vernetzen in das Mechanical-Modul. Wer will kann versuchen an allen undurchlässigen Oberflächen sogenannte Inflationlayer aufzubringen, mit denen der große Geschwindigkeitsgradient an diesen Stellen besser abgebildet werden kann (s. Bild).



- Wechsle dann (Setup →) in das CFX-Pre-Modul. Geometrie und Netz sollten erscheinen, sonst: Refresh oder Update.
- Alle Weiteren Eingaben erfolgen unter dem Ast Simulation/Flow Analysis 1/...
- Unter Analysis Type wählen wir eine Steady State Simulation.
- Materialeigenschaften: Unter Default Domain (das ist unser Volumen) wählen wir folgende Einstellungen (siehe Tabelle):

Domain - Default Domain	
Type	Fluid
Location	B9
<i>Materials</i>	
Water	
Fluid Definition	Material Library → Water
Morphology	Continuous Fluid
<i>Settings</i>	
Buoyancy Model	Non Buoyant
Domain Motion	Stationary
Reference Pressure	1.0000e+00 [bar]
Turbulence Model	Laminar

Randbedingungen: Dann fügen wir drei Randbedingungen (Einlass, Auslass, Wände) als Unterpunkte hinzu (siehe Bild, die dritte entsteht automatisch):

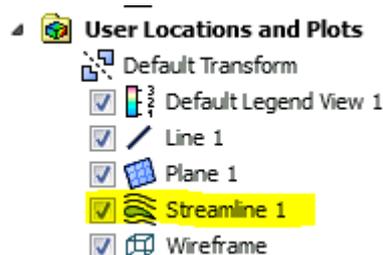


Die Einstellungen zu diesen Randbedingungen sind in der nachfolgenden Tabelle zu finden:

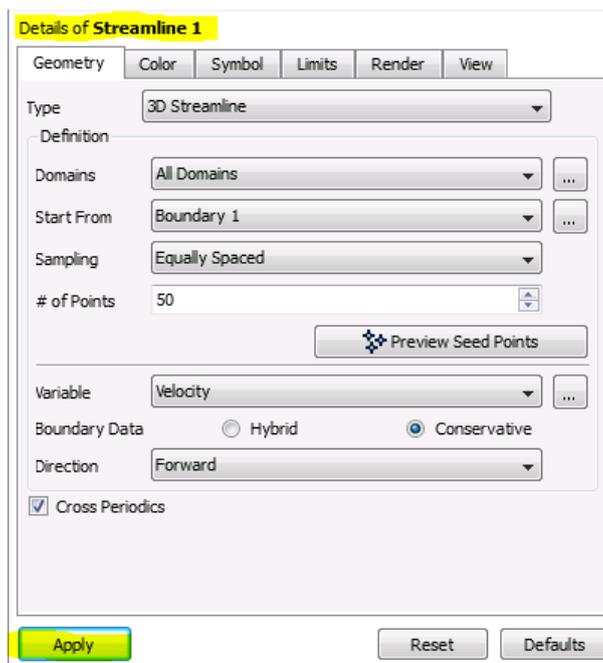
Domain	Boundaries	
Default Domain	<b>Boundary - Boundary 1</b>	
	Type	INLET
	Location	F11.9
	<i>Settings</i>	
	Flow Direction	Normal to Boundary Condition
	Flow Regime	Subsonic
	Mass And Momentum	Static Pressure
	Relative Pressure	5.0000e+00 [bar]
	<b>Boundary - Boundary 2</b>	
	Type	OUTLET
	Location	F13.9
	<i>Settings</i>	
	Flow Regime	Subsonic
	Mass And Momentum	Static Pressure
	Relative Pressure	1.0000e+00 [bar]
<b>Boundary - Boundary Default</b>		
Type	WALL	
Location	F10.9, F12.9, F8.9	
<i>Settings</i>		
Mass And Momentum	Free Slip Wall	

Damit wäre das Preprocessing abgeschlossen. Wir wechseln (Solution →) in das CFX-Solver-Manager-Modul. Unter File/Define Run/ kann der Solver gestartet werden (Initialization Option = Initial Conditions wählen): Start Run.

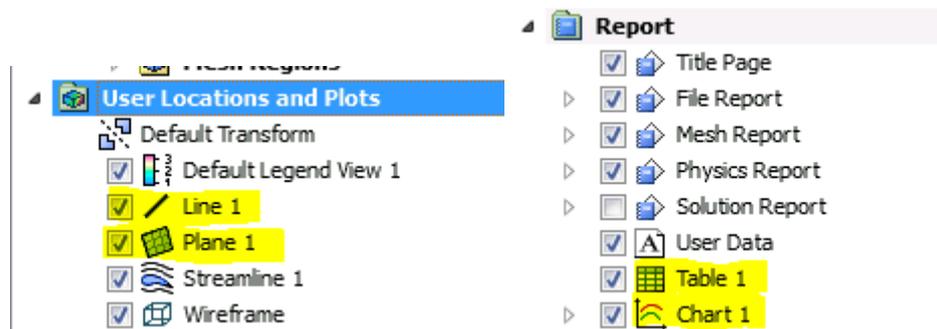
Dann starten wir (Results →) das CFX-Post-Modul. Unter dem Ast User Locations and Plots werden alle unsere Bilder erzeugt. Zunächst soll ein Stromlinienbild erstellt werden (Rechtsklick/Insert/..):



Als Orientierung sind hier mal ein paar Beispielleinstellungen zum Plot angegeben.



Probiere nun weitere Darstellungsmöglichkeiten aus, um die Fragen aus der Klausur beantworten zu können. Hilfreich könnte z.B. eine Plane sein oder aber auch eine Table oder ein Chart, die ausnahmsweise unter Report eingefügt werden. Für eine Chart wird z.B. die vorherige Definition einer Line benötigt:



Die Befehle um in einer Table Daten auszulesen sind ähnlich wie in Excel. Um, zum Beispiel, die Kraft in x Richtung an boundary 1 auszulesen, schreiben wir in ein Feld: „=force\_x()@Boundary 1“.