

Schneckenauslegung und Optimierung durch 3D CFD Strömungssimulationen

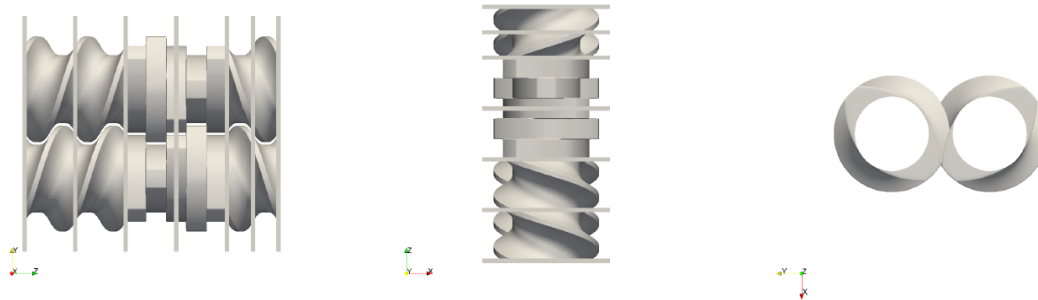
Mithilfe von 3D CFD Strömungssimulationen können die Ursachen von bekannten Fehler respektive Fehlerbilder schnell identifiziert werden:

- Totzonen
- Hotspots
- Druckprobleme
- Verweilzeiten
- Materialabbau
- Pulsationen etc.

Simulationen ermöglichen auch die Ermittlung von Kennzahlen, zum Beispiel von der **mittleren Massetemperatur** und **Temperaturspitzen**, dem **Energieeintrag**, dem **Druckaufbauvermögen**, der **Förderleistung**, dem **dispersen** oder **distributiven Mischverhalten (Beifügen von Additiven)** oder der **Scherverteilung** unterschiedlichster Schnecken bzw. Schneckenelemente.

Dadurch lässt sich der optimale Übergang in das Werkzeug und eine Gegenüberstellung der **Materialbeanspruchung** ebenso leicht wie eine **optimale Schneckenauslegung** bzw. -konfiguration für den **maximalen Durchsatz** bestimmen.

- Der eigens entwickelte Code Extrud3DPro basiert auf einem 3D FEM (FeatFlow) Code, weshalb die CFD Strömungssimulation nicht nur in 3D, sondern auch hochaufgelöst dargestellt werden kann.



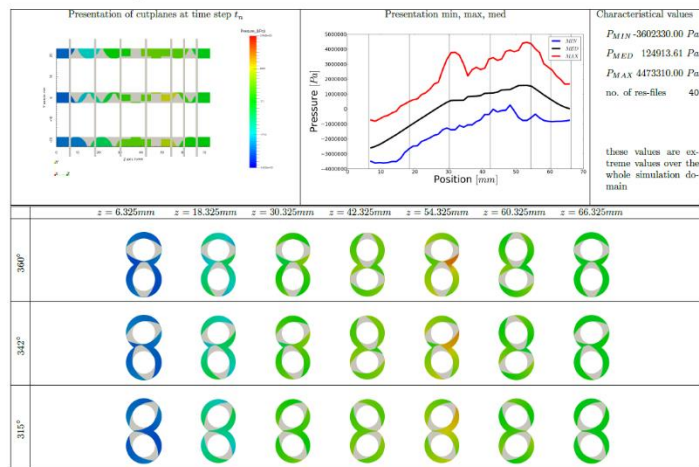
Mathematisch-Numerischer Background:

Um das Fließverhalten im Doppelschneckenextruder zu berechnen, wird ein vollständig dreidimensionales Berechnungsmodell verwendet. Das Fluidgebiet des Schneckenkanals wird dabei als Rechenmodell extrahiert und mithilfe diverser Algorithmen in bspw. Hexaeder trianguliert und in Finite Volumen unterteilt. Der Schneckenkanal wird durch vier Flächen eingeschlossen: die Schneckenoberfläche, die Zylinderoberfläche sowie die Einlass- und die Auslassoberfläche. Das Schneckenspiel zwischen Flanken und Zylinder wird dabei ebenso berücksichtigt, wie die Gangsteigung.

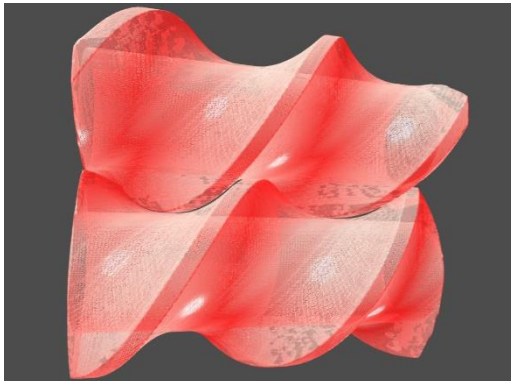
Mit einer solchen dreidimensionalen Modellierung lassen sich der Einfluss der Schneckengeometrie und der zugehörigen Prozessgrößen auf den Förder- und Mischvorgang analysieren und der Auslegungsprozess somit optimieren.

Zur Lösung von mathematischen Strömungsproblemen werden Differentialgleichungen eingesetzt, die aus mathematischer Sicht vor allem schnell und effizient sein sollen. Daraus resultieren dann Techniken, wie FEM (Finite Elemente), Fictitious Boundary etc., welche jedoch allgemein betrachtet eher das Resultat der Denkweise und Lösungseffizienz darstellen, als vielmehr die mathematischen Modelle des Codes an sich. FEM ist zum Beispiel kein Selbstzweck, sondern das Resultat, wenn ein Mathematiker Differentialgleichungen genau strukturiert und mit einer fundierten Theorie lösen möchte.

2 Calculation of pressure



Gittergenerierung:



Man kann Strömungsprobleme bspw. einerseits mit einer Gittergenerierung von 4.000 Gitterzellen oder andererseits mit einer Anzahl von 50.000 Gitterzellen lösen und bekommt möglicherweise exakt dasselbe Ergebnis.

Sehr eindrucksvoll zeigt das der folgende Benchmark, den Sie unter folgendem Link erreichen:

<http://www.mathematik.tu-dortmund.de/lsiii/cms/papers/BayraktarMierkaTurek2011.pdf>

Hier wurde die Grundlage unseres Codes (Extrud3D), nämlich FeatFlow, mit OpenFoam sowie Ansys-CFX verglichen. Dazu möchte ich gar nicht viel mehr erklären, außer auf die Tabelle unter „4. Result“ auf Seite 9 hinweisen, auf der man sehr ansehnlich den Vergleich sieht. Getestet wurde eine Umströmung eines Zylinders. Die Widerstandbeiwerte sind fast exakt bekannt. Tabelle 4 zeigt, dass FeatFlow (und damit Extrude3D) meist **ein bis zwei Größenordnungen** exakter rechnet als die beiden Alternativen.

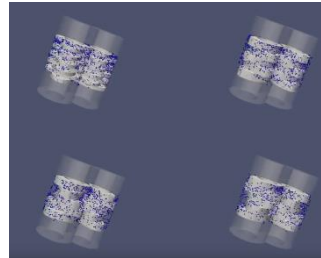
YouTube:

https://www.youtube.com/channel/UCAy7bljWDxAeMtAUo0ZuQQ?view_as=subscriber

Doppelschnecke:

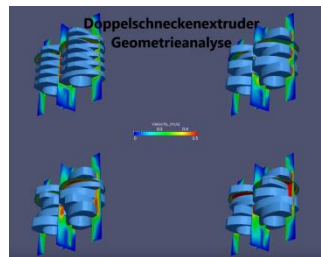
Particle-Tracking und Gegenüberstellung von 4 Knechtblöcken:

<https://www.youtube.com/watch?v=KL9WcmF30gg>



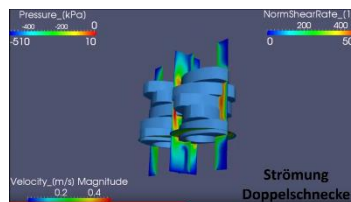
Gegenüberstellung von 4 Geometrien zur Optimierung:

<https://www.youtube.com/watch?v=icSjHOjUOKI>



Analyse eines Knechtblockes:

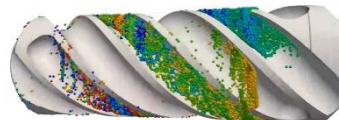
https://www.youtube.com/watch?v=GI3nts_2EWw



Einschnecke:

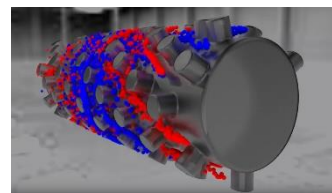
Wendelscherteil:

<https://www.youtube.com/watch?v=FludBSF--1o>



Mischverhalten in einem Mischelement:

<https://www.youtube.com/watch?v=pf3ORPb6gJs>



Temperaturverhalten, Scherrate & Fließgeschwindigkeit in einer Nutbuchse:

https://www.youtube.com/watch?v=ttfvnz46_7g

