

IANUS Simulation GmbH

Qualitätssicherung der Extrusion mithilfe von 3D CFD Simulationen:
der digitale Zwilling der Kunststoffverarbeitung

Martin-Schmeißer-Weg 15
D-44227 Dortmund
Germany

Fon +49 (0) 231 / 5869 247 0
Fax +49 (0) 231 / 5869 247 5
E-Mail: info@ianus-simulation.de
Web: www.ianus-simulation.de





Unser Team:



Dr.-Ing. Tobias Herken



Prof. Dr.-Ing. Frank Platte



Dr.-Ing. Konstantinos Nalpantidis



Dr. rer. nat. Otto Mierka



Dr. rer. nat. Jens Acker



Dr.-Ing. Max Pohl



Dipl.-Inf. Markus Geveler



Malte Schuh, M.Sc.



Marc Bracke, B.A.



Dr. rer. nat. Raphael Münster



Patrick Westervoß, M.Sc.

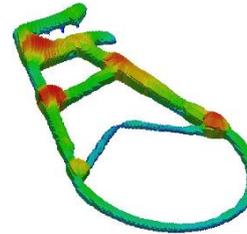
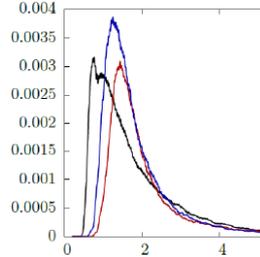


Dirk Ribbrock, Dipl.-Inf.



Prof. Dr. rer. nat. Stefan Turek
Fachgebiet: Numerische Codeentwicklung

Vorstellung IANUS - Geschäftsbereiche



STRÖMUNGSRAUM

Numerische Codeentwicklung

Prozessoptimierung

Digital Twin

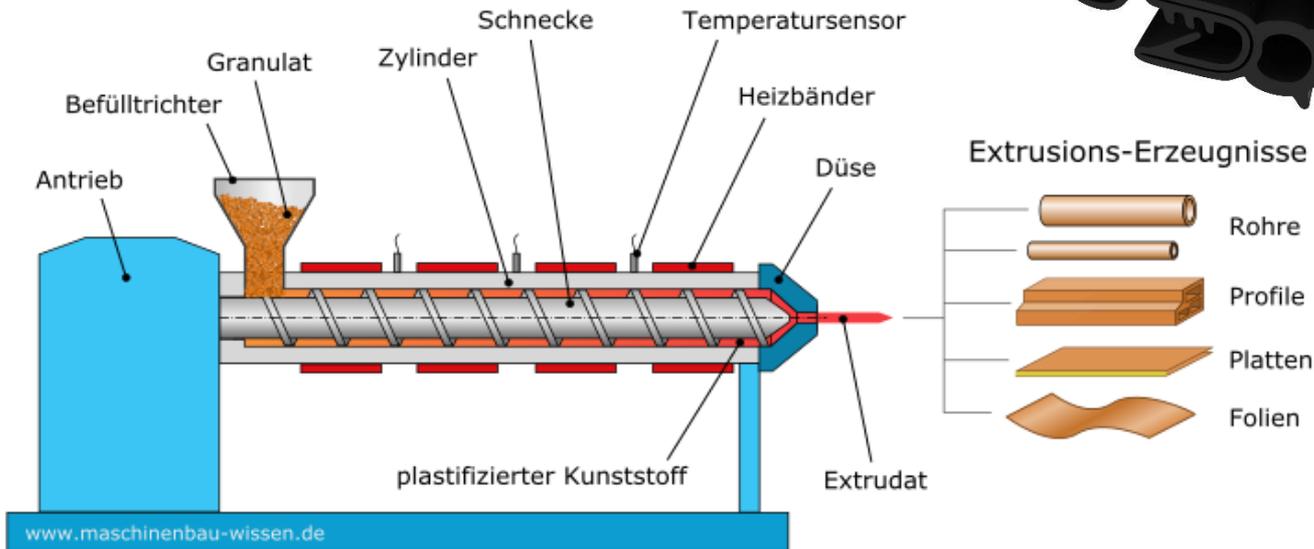
- **Codeentwicklung** für 3D CFD Simulationen von strukturviskosen Fluiden (Code: Extrud3D)
- Bereitstellung von individuellen CFD Softwarelösungen
- Produkte für die Analyse von Extrusionsprozessen
- Spezialisiert auf den Kunststoff- und Lebensmittelbereich

- 3D CFD Simulationen als **Dienstleistung**
- Analyse von bestehenden Fließprozessen
- Optimierung der Strömung durch von Geometrie- und Verfahrens Anpassung
- Analyse von Prozessen und Machbarkeitsstudien von Prozessmodifikationen

- Einfachste Anwendung
- Keine Ressourcen (Hard- und Software) notwendig
- Individuelle Modellentwicklung – *the digital twin*
- **Automatisierte Simulation**
- Automatisierte Datenerfassung
- Optimierungsalgorithmen / **KI-Systeme**

Kunststoffverarbeitung

Extrusion - Kontinuierliche Prozesse



Quelle: <http://www.maschinenbau-wissen.de/bilder/skripte/kunststofftechnik/extruder-07.PNG>

Kunststoffverarbeitung

Extrusion - Kontinuierliche Prozesse

Aufschmelzen des
Polymers

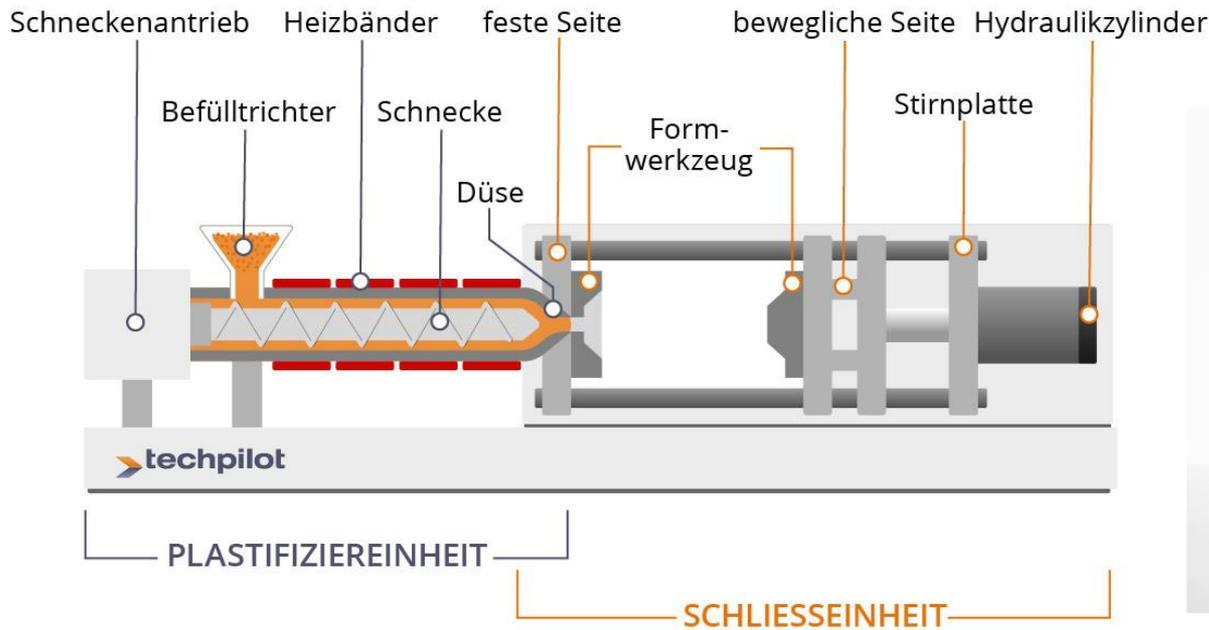


Verarbeiten des Polymers



Kunststoffverarbeitung

Spritzguss - Diskontinuierliche Prozesse



Quelle: <https://www.techpilot.de/wp-content/uploads/2019/06/Spritzgiessmaschine.jpg>

https://www.muellbuck.de/fileadmin/user_upload/Landingpage/Lenkstockgehaeuse_SW.png

Auslegung von Kunststoffprozessen

Erste Auslegung

Warum überhaupt simulieren?!

Viel Daten und Erfahrung



Technischer Leiter

Daten und Erfahrung



Maschinenebediener



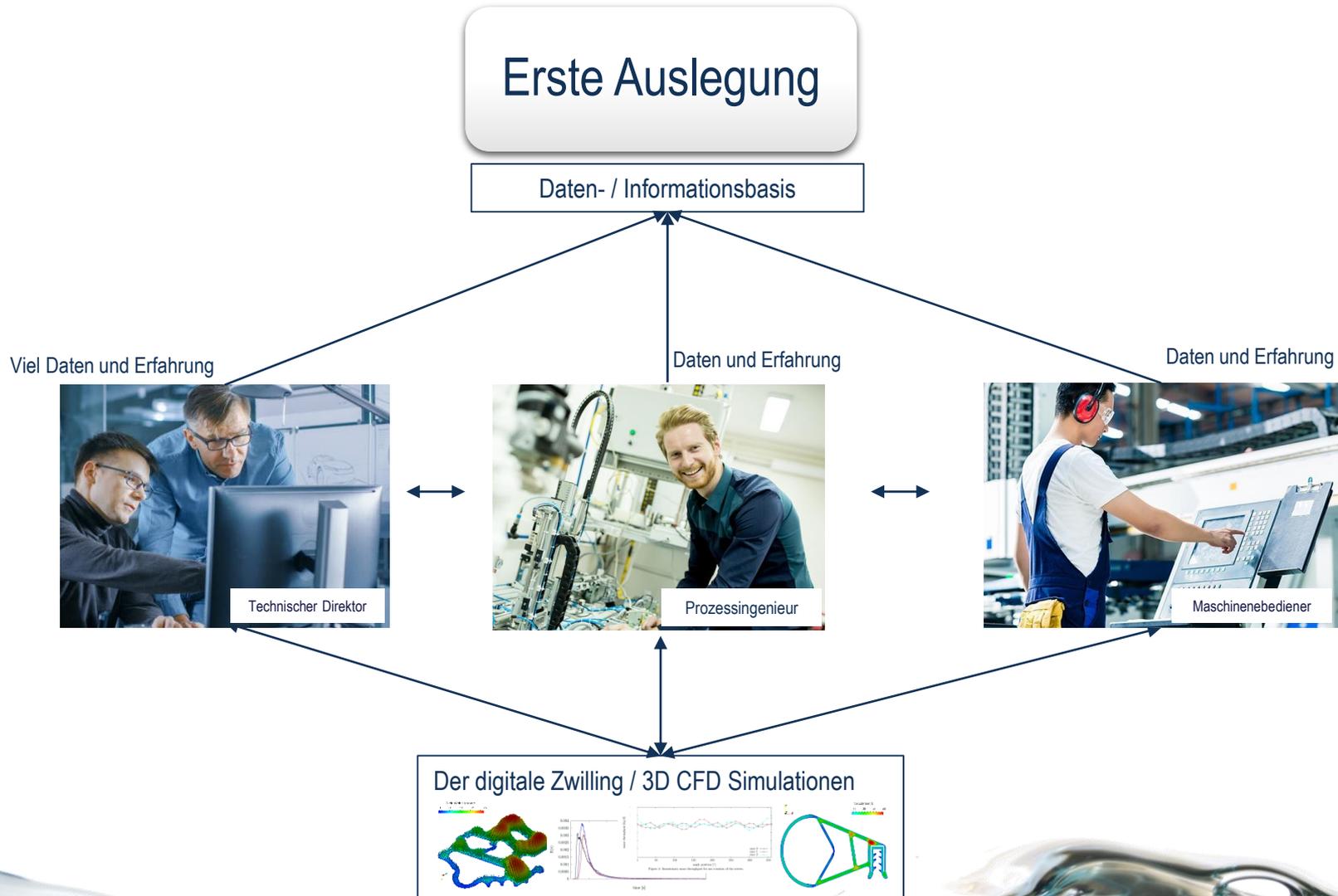
Prozessingenieur

Auslegung von Kunststoffprozessen **ohne** CFD Simulationen:

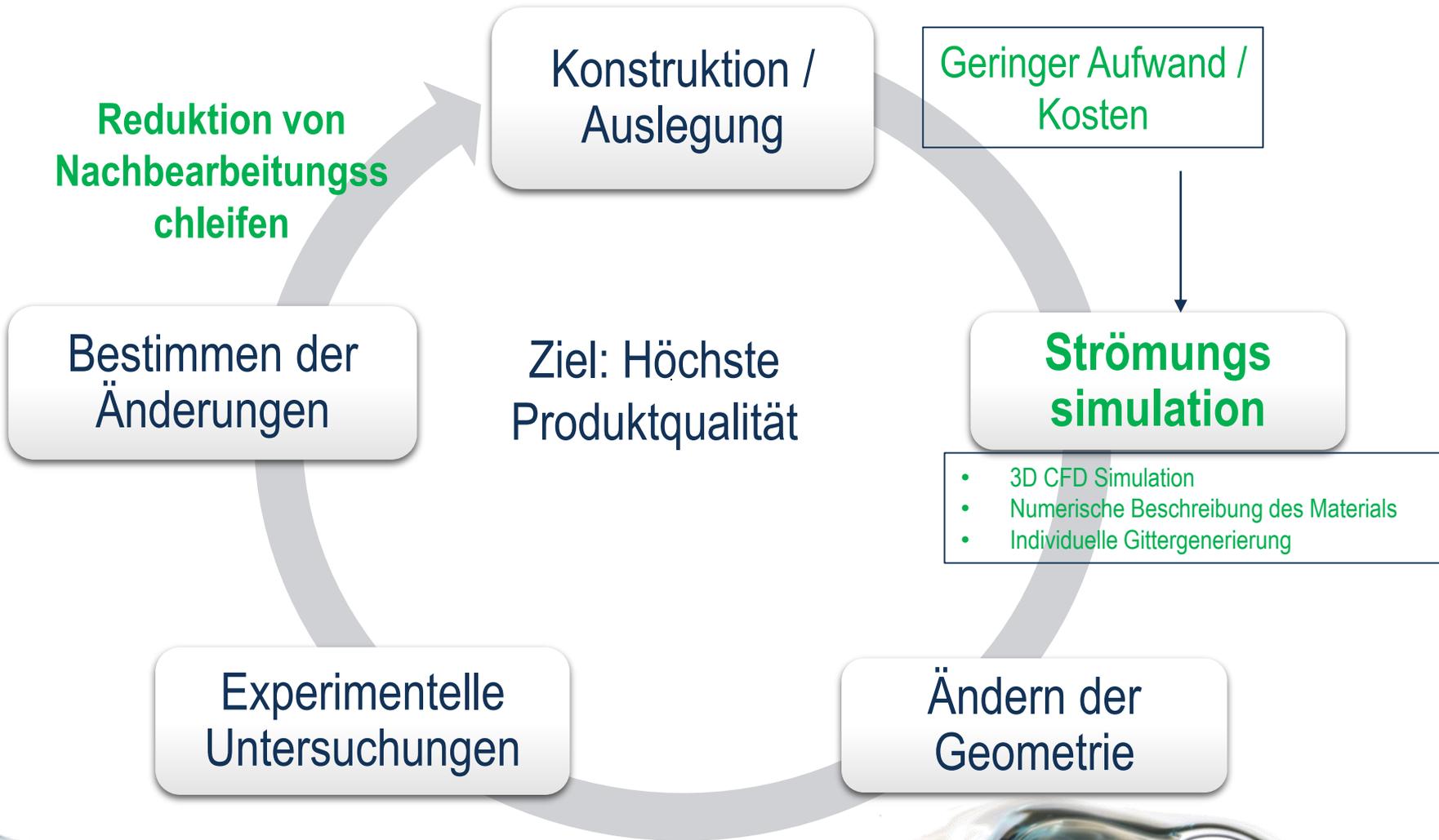


* Abhängig von der Komplexität des Produktes / Prozesses

Auslegung von Kunststoffprozessen

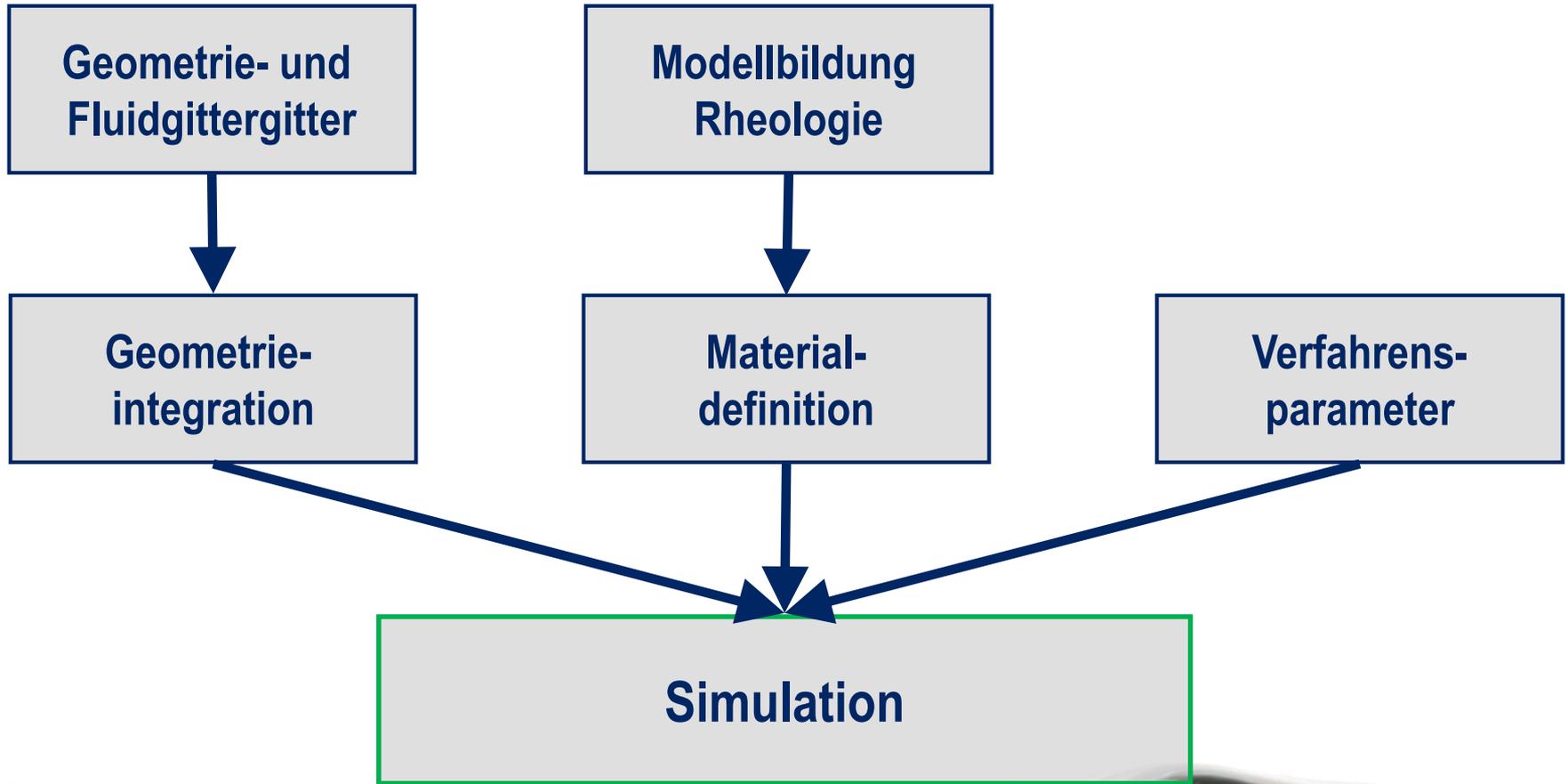


Auslegung von Kunststoffprozessen mit CFD Simulationen:



CFD Simulationen in der Kunststofftechnik

Notwendige Eingabedaten

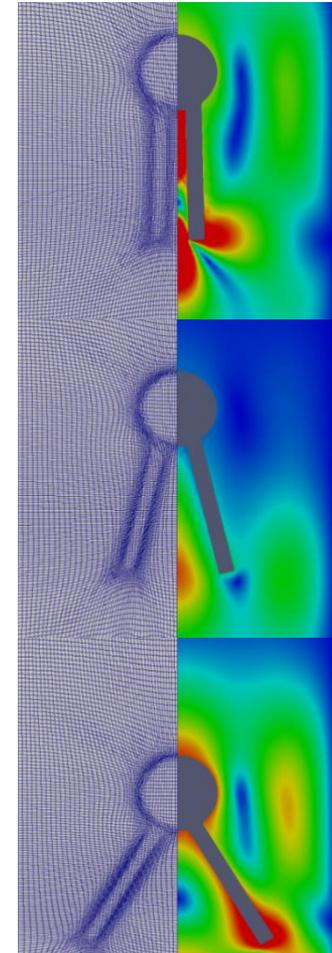
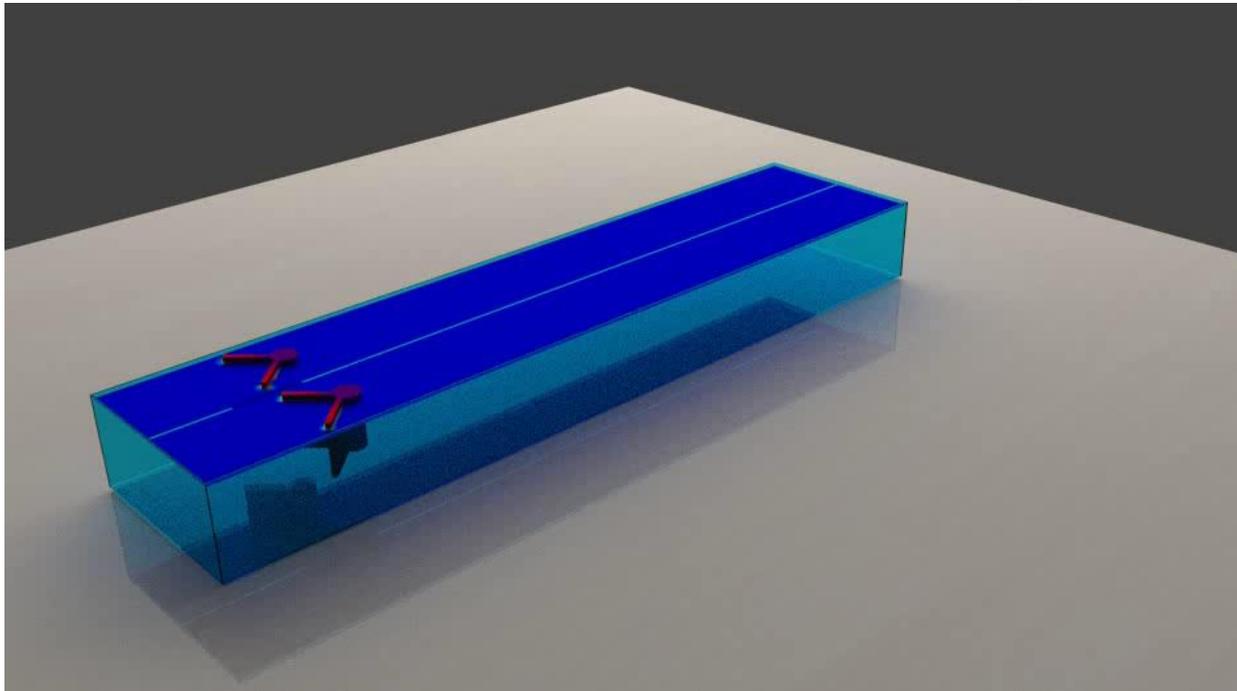
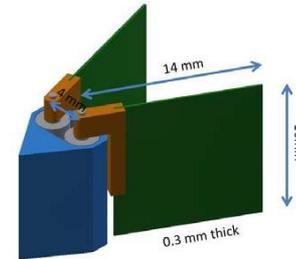


CFD Simulationen in der Kunststofftechnik

Modellbildung Rheologie

Einfluss der Rheologie am Beispiel eines Mikroschwimmers

- Experimentelle Überprüfung: Prof. Fischer (MPI IS Stuttgart)
- Analyse des Einflusses der Strukturviskosität auf bewegte Fluide
- Methode der Simulation: Grid Deformation Method



T. Qiu, T.-Ch. Lee, A. G. Mark, K. I. Morozov, R. Münster, O. Mierka, S. Turek, A. M. Leshansky, P. Fischer: *Swimming by reciprocal motion at low Reynolds number*, Nature Communications, Article number: 5119 doi:10.1038/ncomms 6119, 2015.

Werkzeugauslegung mittels CFD

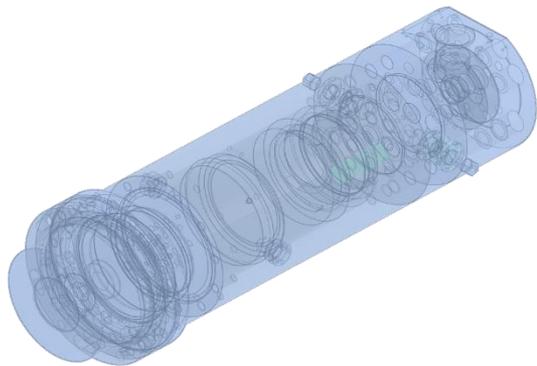
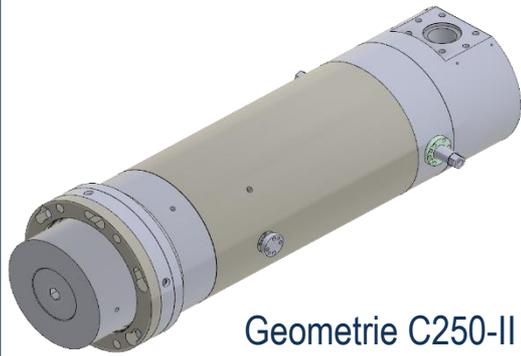
Simulation eines Blasformwerkzeuges – Darstellung des Spülprozesses



Definition der Geometrie

Notwendige Schritte zur Extraktion und Vernetzung des Fluidgebietes

1. Simplifizierung der Geometrie



„Wichtige“ Teile des Werkzeuges

2. Extraktion des Fluidgebietes

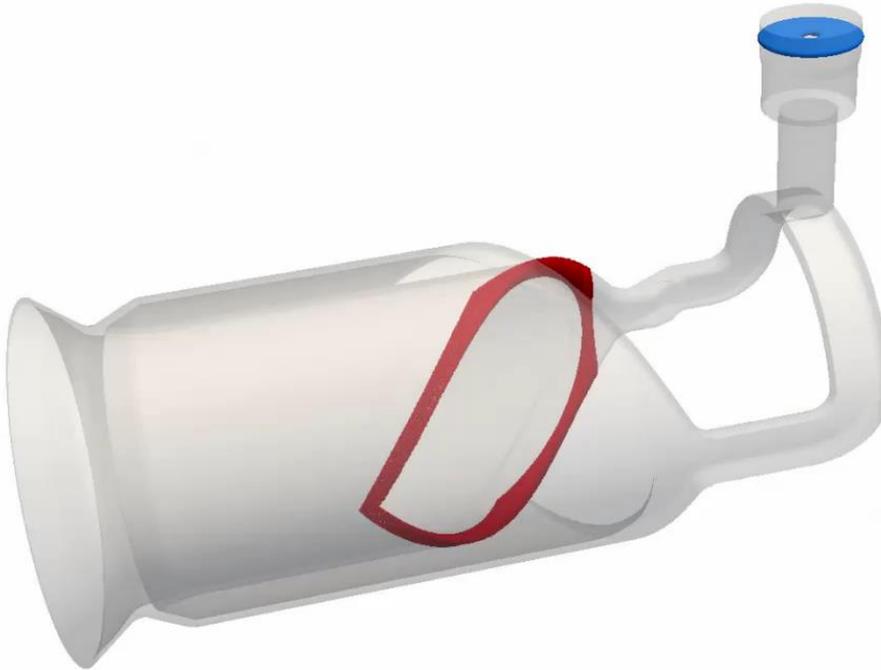


3. Generierung des finalen Fluidgebietes (Hexaeder)



CFD Simulationen in der Kunststofftechnik

Totzonenidentifikation – Simulation eines Spülprozesses



Methode: ParticleTracking

- Identifikation von Gebieten mit geringen Strömungsgeschwindigkeiten
- Schnelle iterative Optimierung der Geometrie
- Statistische Analyse der Partikel (Scherraten, Strömungsgeschwindigkeiten etc.)
- ParticleTracking ist auch für MultiLayer Anwendungen durchführbar

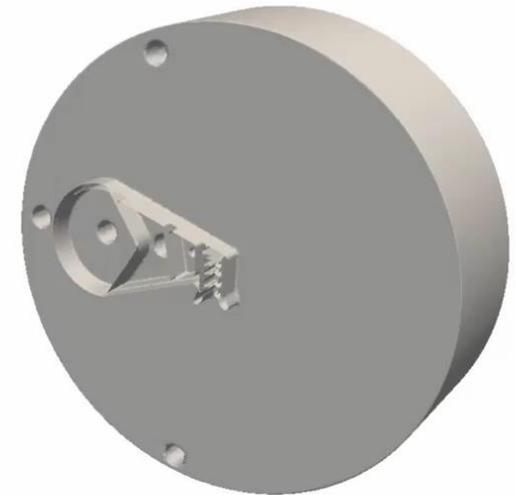
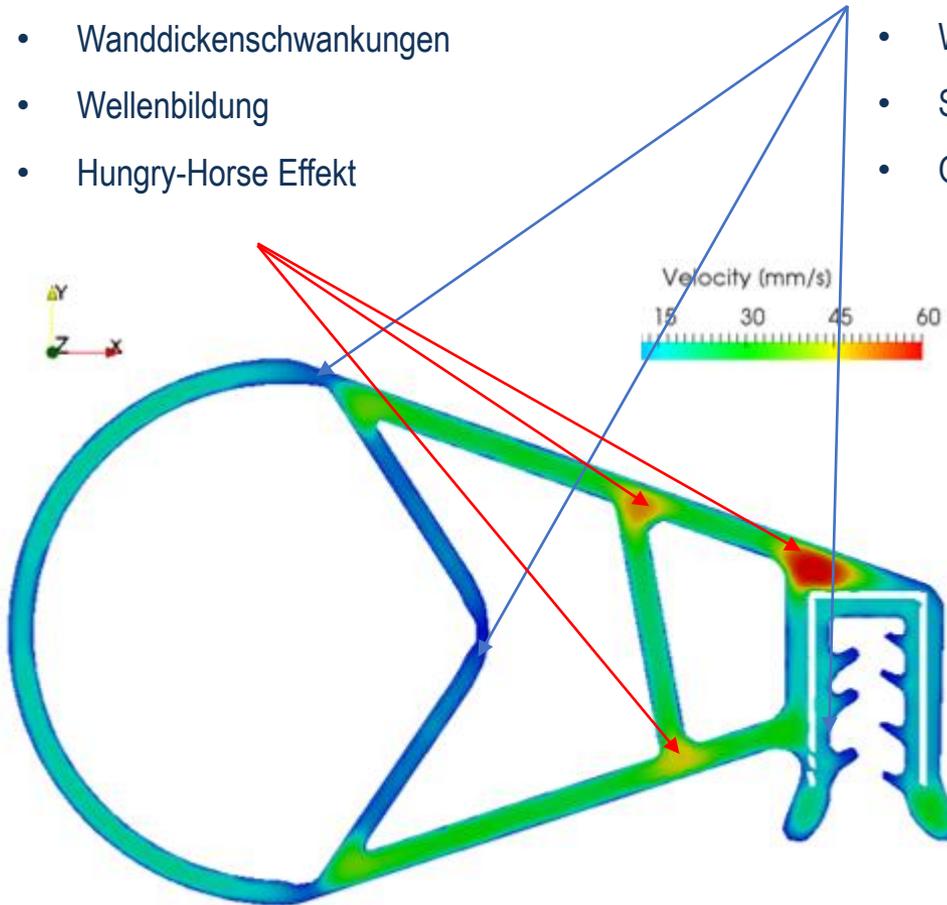
CFD Simulationen in der Kunststofftechnik

Hohe Strömungsgeschwindigkeiten

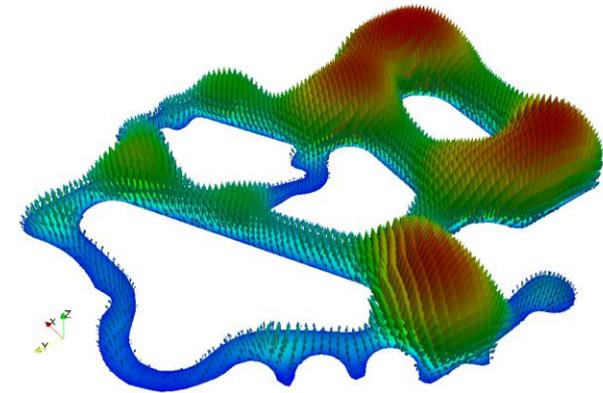
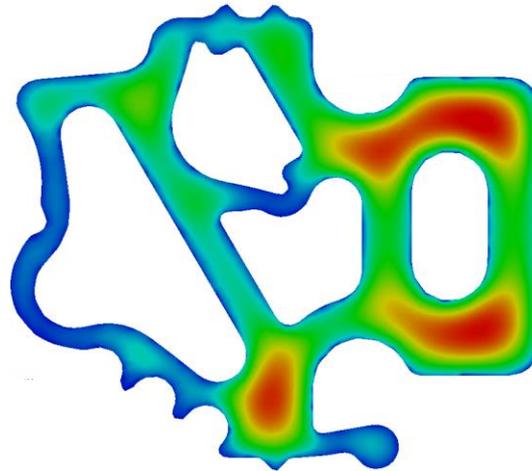
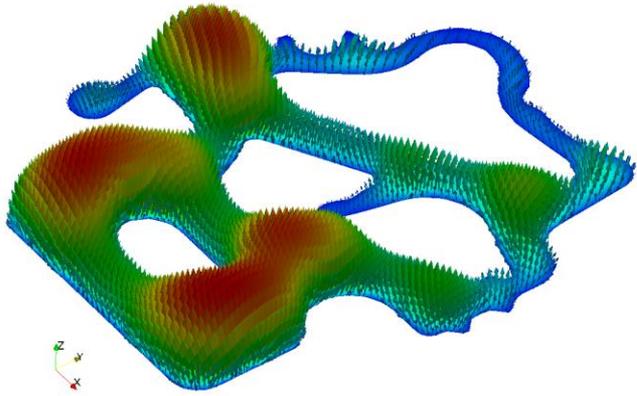
- Wanddickenschwankungen
- Wellenbildung
- Hungry-Horse Effekt

Geringe Strömungsgeschwindigkeiten

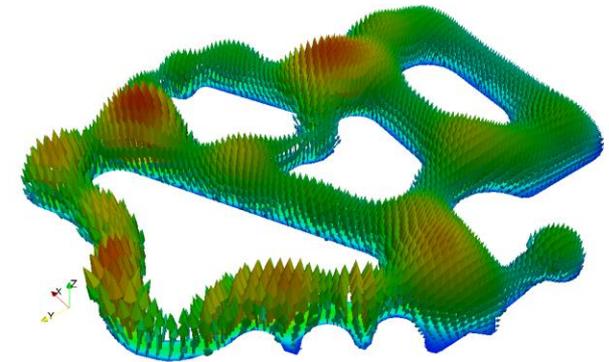
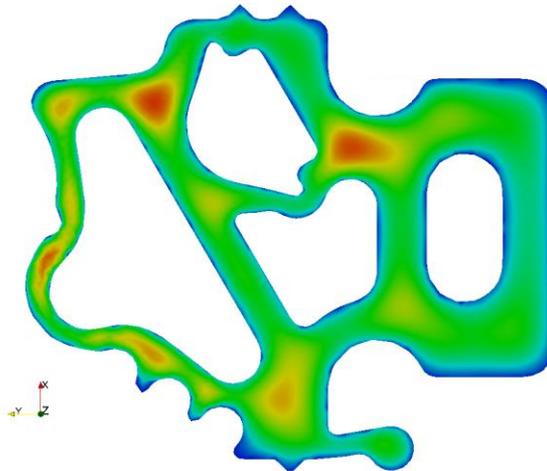
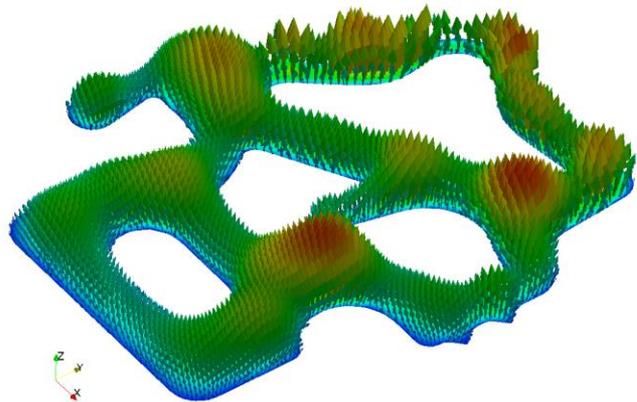
- Wanddickenschwankungen
- Stippen
- Oberflächendefekte



Ausgangsgeometrie

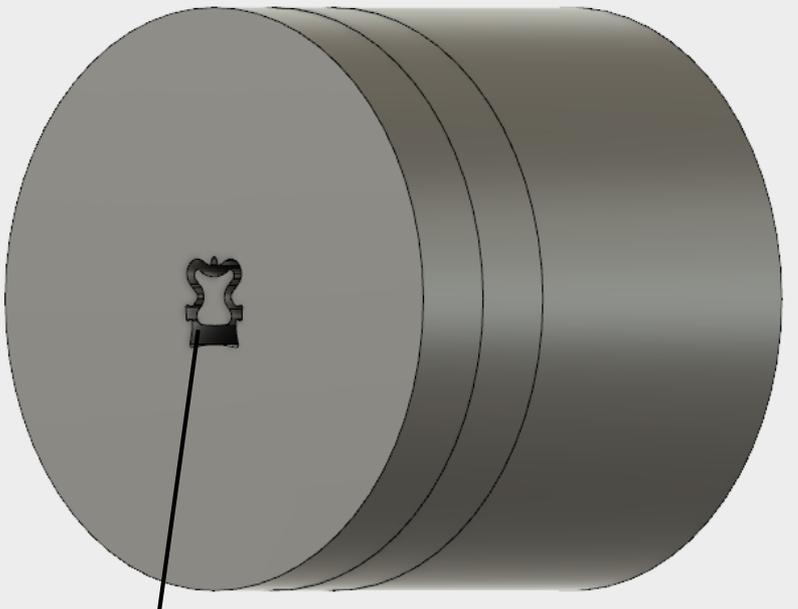


Angepasstes Design

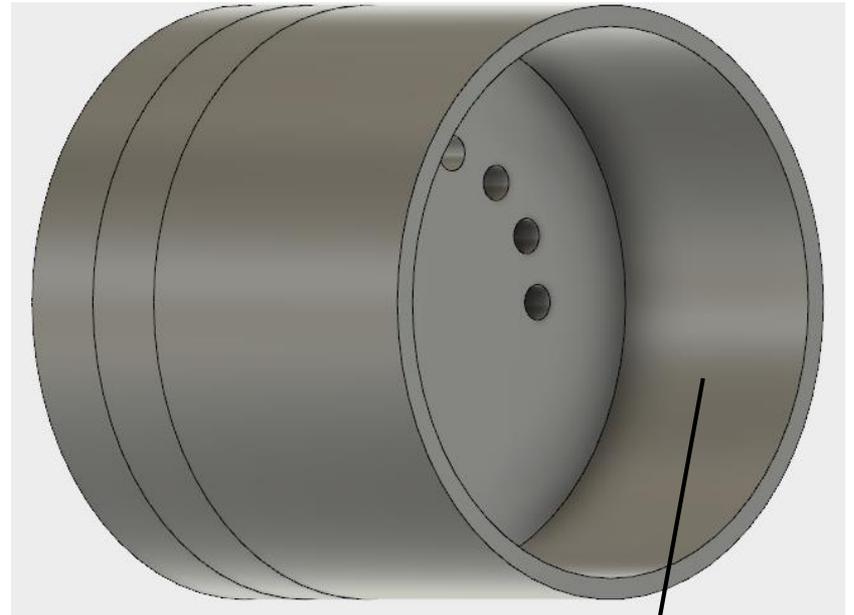


Beispielprojekt Profilextrusion

Übersicht der Geometrie



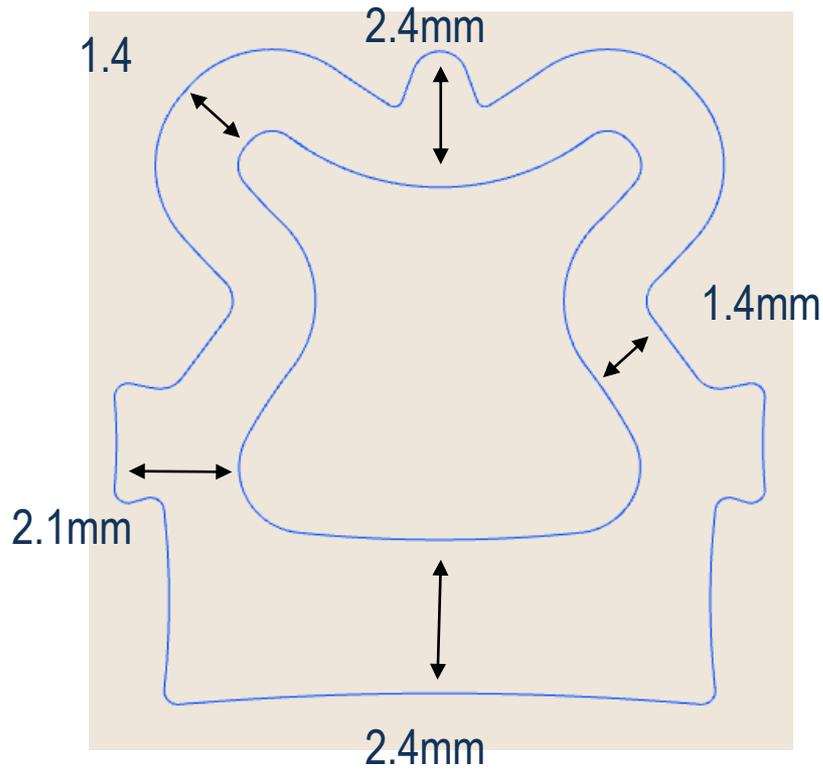
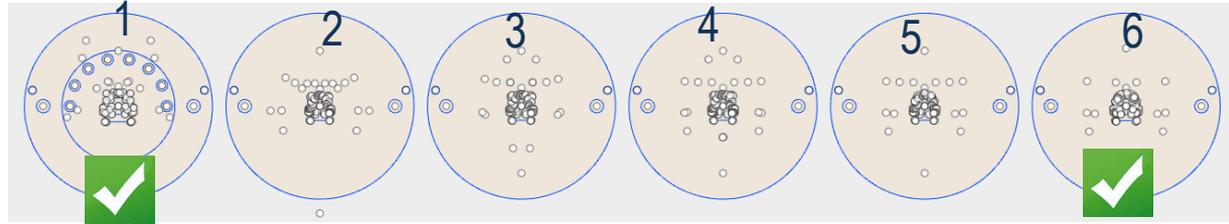
Outflow



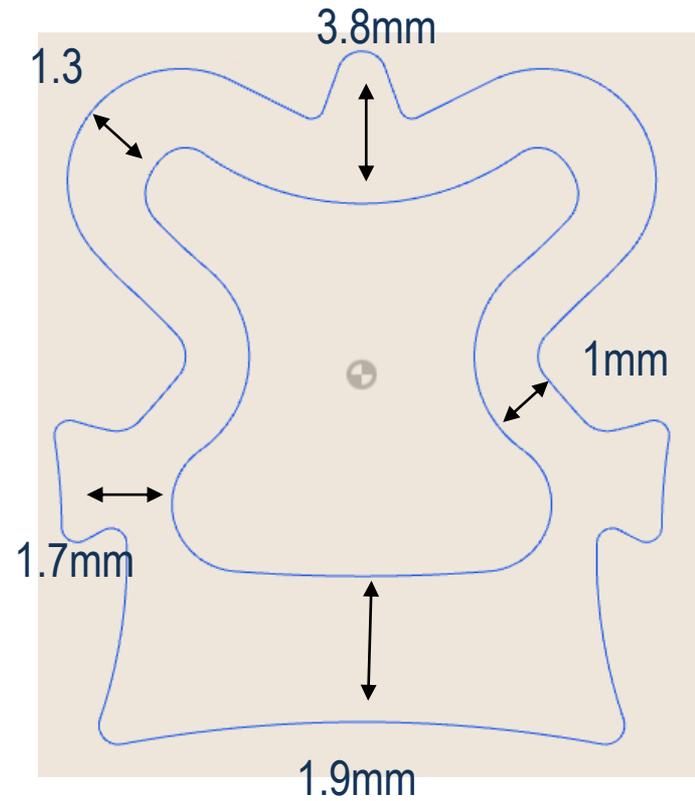
Inflow

Beispielprojekt

Profilextrusion – Varianten

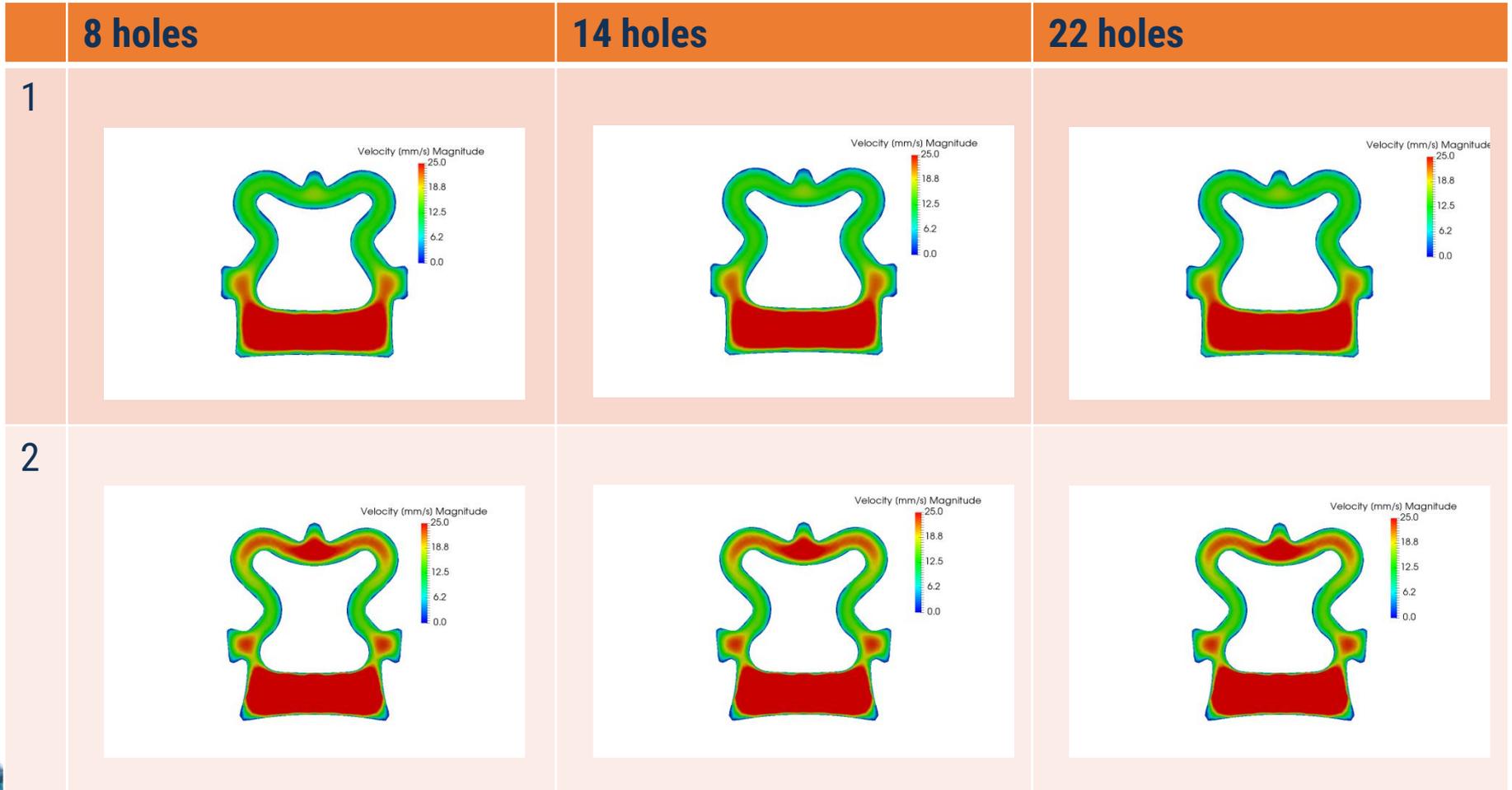


Version 1



Version 2

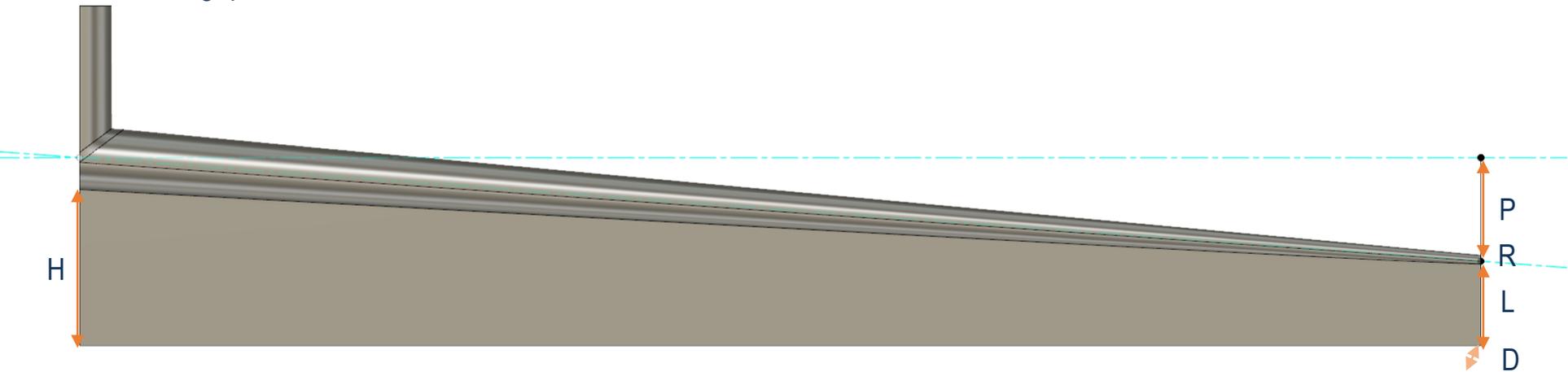
Überblick über die Geschwindigkeitsprofile



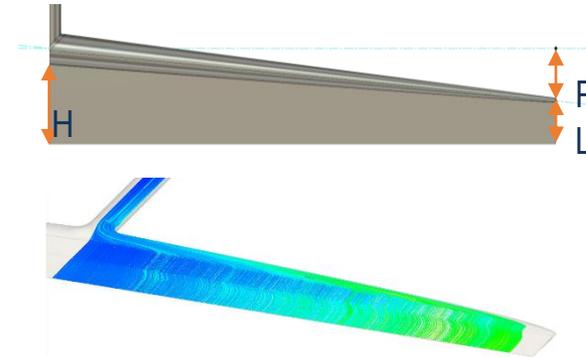
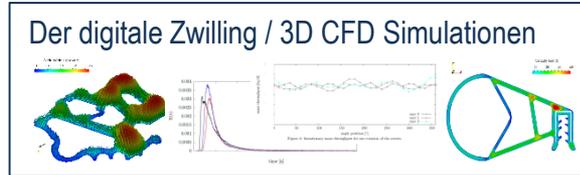
Der digitale Zwilling

Methoden zur prozessabgestimmten Werkzeugauslegung

- Veränderbarer Parameter P : Bezeichnet den vertikalen Abstand der Mittelpunkte zweier Kreise, welche später durch eine Erhebung den konischen Teil des Gebietes erzeugen.
- Die Länge L bleibt fest und bezeichnet den Abstand des Mittelpunktes des kleineren Kreises zur unteren Fläche.
- P wurde so bestimmt, dass die Kante H eine bestimmte Länge annimmt.
- R ist der Radius des Verteilungsrohres an der kurzen Seite (kleinster Radius), welcher für die beste Verteilung iteriert wurde.
- D ist die (konstante) Dicke des Plattenteils, welche dann auf die später erforderliche Dicke der Platte angepasst werden kann.



Der digitale Zwilling – Möglichkeiten zur Auslegung und Optimierung

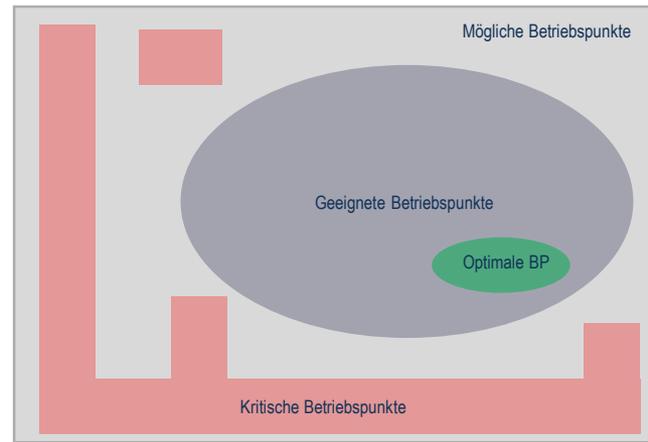


Prozessoptimierung
„Gain Projekte“

- Individuelle Auslegung des Prozesses – Losgröße 1
- Technikum 3D
- Simulationspläne
- KI Systeme
- Datenanalyse des Prozesses



Parameter B



Mögliche Betriebspunkte:
Technisch realisierbar.

Geeignete Betriebspunkte:
Gut geeignet für die Produktion in Bezug auf Kosten, Qualität und Ausstoßmenge (auf einem akzeptablen Level).

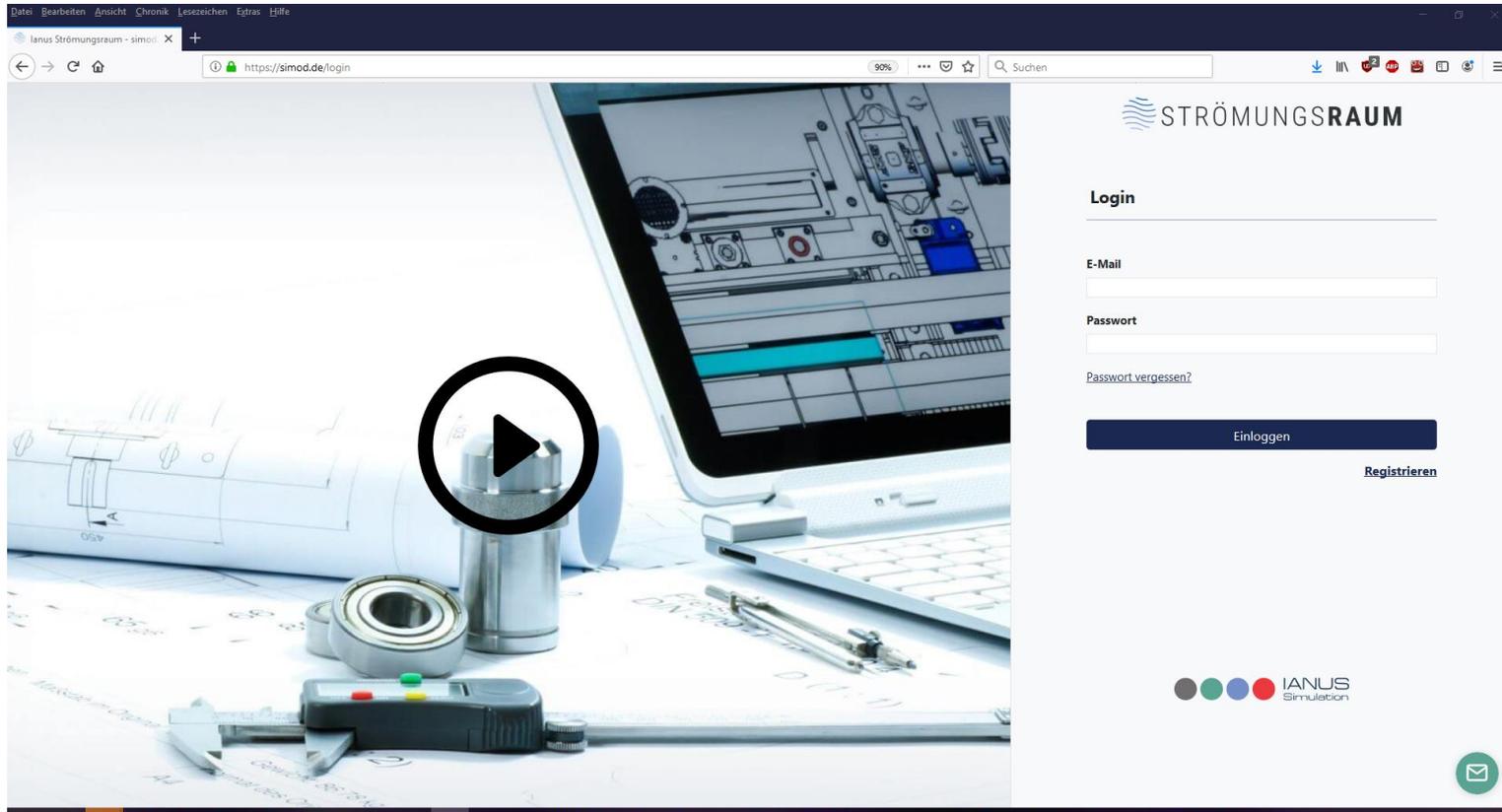
Kritische Betriebspunkte:
-Hohe Kosten, schlechte Qualität oder geringe Ausstoßmenge.

Optimale Betriebspunkte:
Optimale Betriebspunkte für die Produktion.

Parameter A

Kooperationsmöglichkeiten

StrömungsRaum



STRÖMUNGSRAUM

Login

E-Mail

Passwort

[Passwort vergessen?](#)

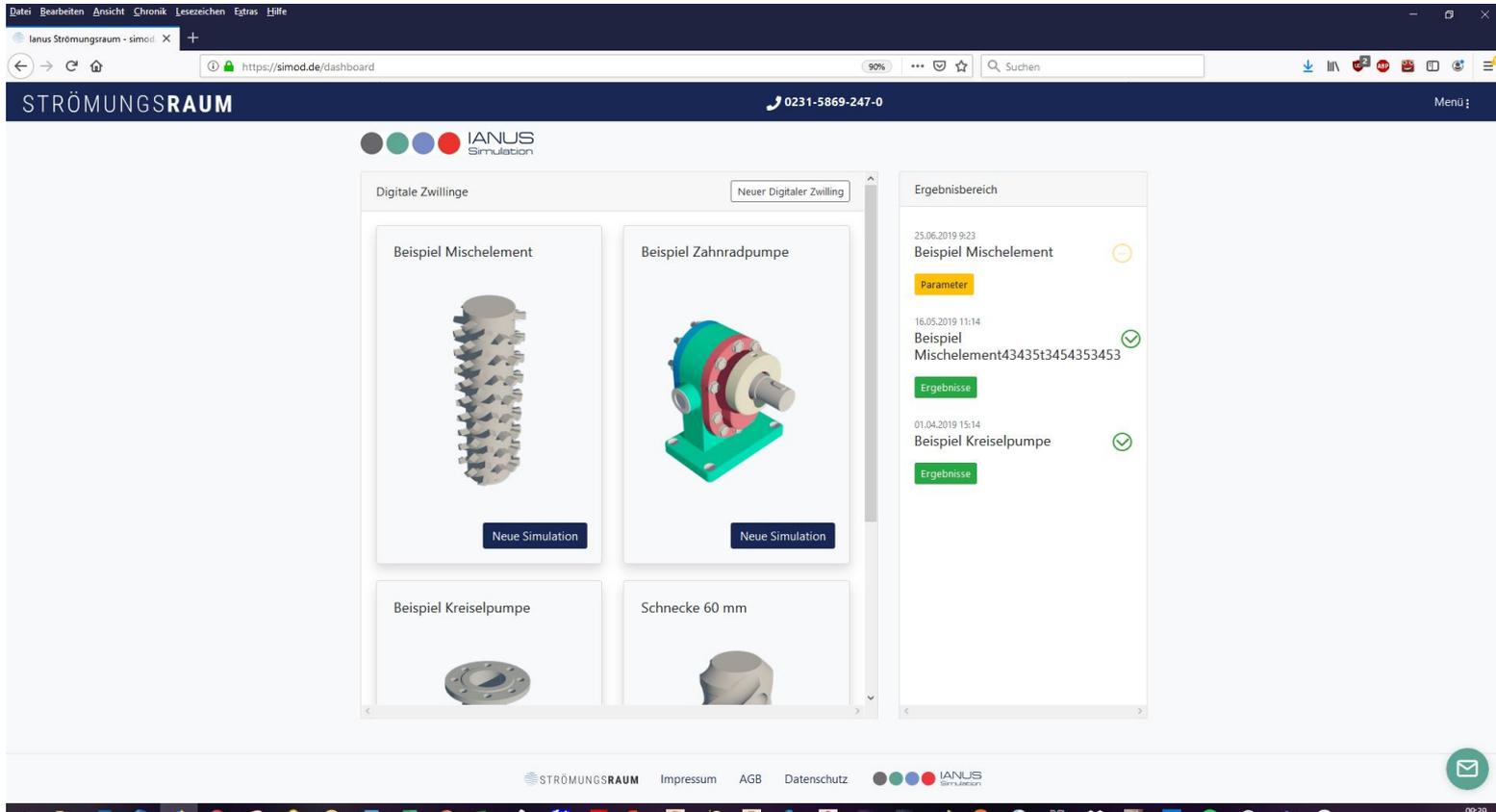
Einloggen

[Registrieren](#)

IANUS
Simulation

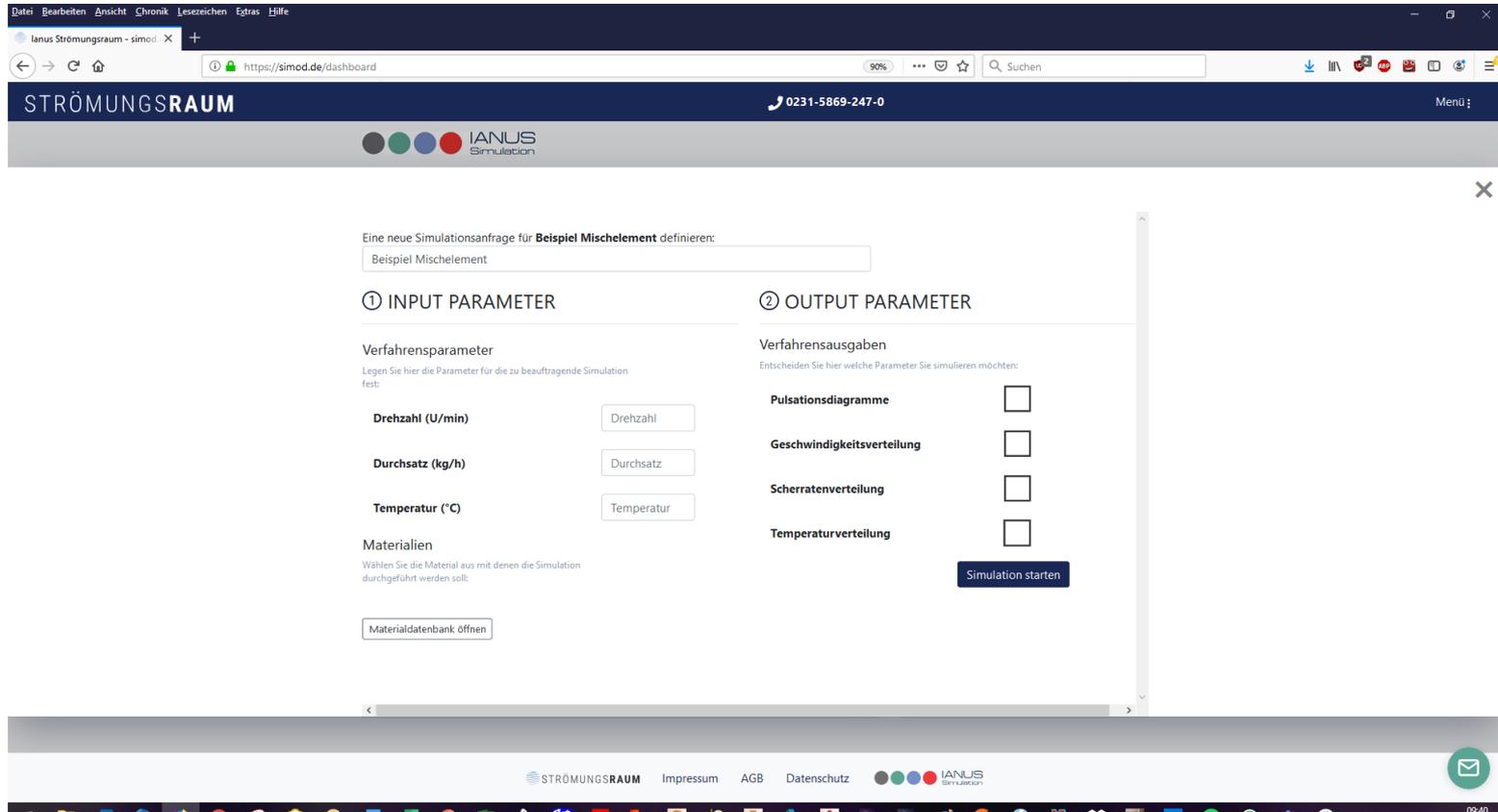
Kooperationsmöglichkeiten

StrömungsRaum: Auswählen des digitalen Zwillings und Eingabe der Verfahrensparameter



Kooperationsmöglichkeiten

StrömungsRaum: Auswählen des digitalen Zwillings und Eingabe der Verfahrensparameter



STRÖMUNGSRAUM 0231-5869-247-0 Menü

Eine neue Simulationsanfrage für **Beispiel Mischelement** definieren:

Beispiel Mischelement

1 INPUT PARAMETER

Verfahrensparameter
Legen Sie hier die Parameter für die zu beauftragende Simulation fest:

Drehzahl (U/min)

Durchsatz (kg/h)

Temperatur (°C)

Materialien
Wählen Sie die Material aus mit denen die Simulation durchgeführt werden soll:

2 OUTPUT PARAMETER

Verfahrensausgaben
Entscheiden Sie hier welche Parameter Sie simulieren möchten:

Pulsationsdiagramme

Geschwindigkeitsverteilung

Scherratenverteilung

Temperaturverteilung

STRÖMUNGSRAUM Impressum AGB Datenschutz IANUS Simulation

Zusammenfassung/Fazit

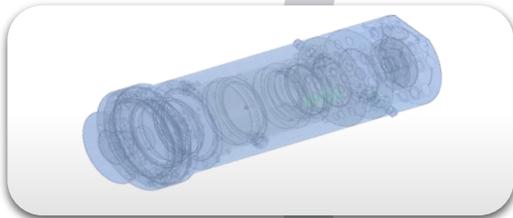
Digitaler Zwilling = Prozess zur digitalen Optimierung



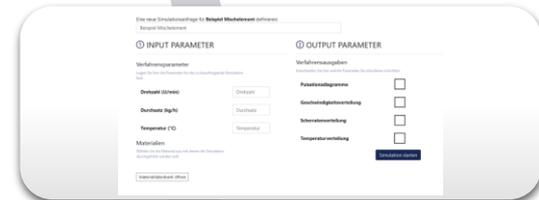
Strömungssimulationen am digitalen Zwilling

Änderung

CFD Simulation



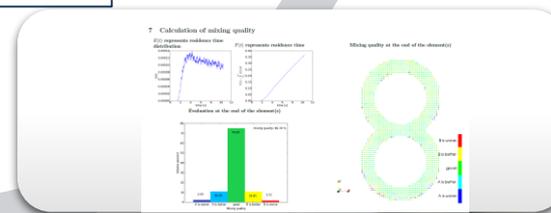
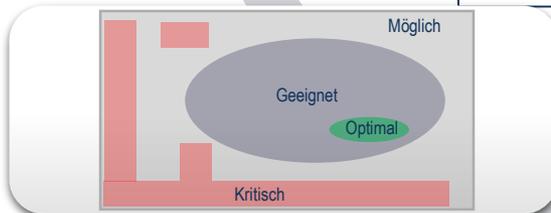
Ziel: Höchste
Produktqualität



Geringer Aufwand /
Kosten

Iterationsschleifen

Analyse



Technikum 3D

IANUS Simulation GmbH

Qualitätssicherung der Extrusion mithilfe von 3D CFD Simulationen:
der digitale Zwilling der Kunststoffverarbeitung

Martin-Schmeißer-Weg 15
D-44227 Dortmund
Germany

Fon +49 (0) 231 / 5869 247 0
Fax +49 (0) 231 / 5869 247 5
E-Mail: info@ianus-simulation.de
Web: www.ianus-simulation.de

