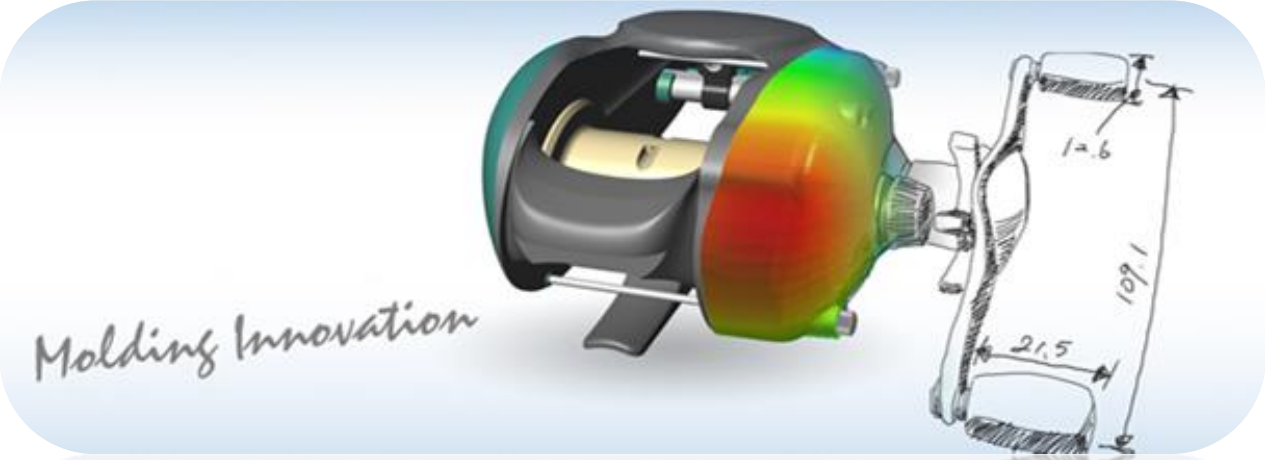
Simulation und Praxis von Sonderverfahren MuCell®, Gas- und Wasserinnendruck

Steffen Paul
SimpaTec GmbH



Moldex3D

Übersicht

Vorstellung SimpaTec GmbH und Moldex3D

Leichtbau Spritzgußverfahren

- Technologie MuCell®, GAIM, WAIM
- Anwendungen in der Praxis

Zusammenfassung

Milestones

- gegründet 1/2004
- Vertriebspartner von Moldex3D
  - seit 2004 in Deutschland
  - seit 2005 in BeNeLux
  - seit 2006 in Frankreich, Schweiz und Österreich
  - Deutsche Niederlassung in Stuttgart
  - Ausländische Niederlassungen in Guebwiller, Frankreich und in Bangkok, Thailand
- seit 10/2007 Vertriebspartner von Beaumont Technologies Inc.

Beaumont BEAUMONT TECHNOLOGIES, INC. MELTFLIPPER®

- seit 01/2013 Vertriebspartner von Elysium ELYSIUM

Leistungsumfang

- Dienstleistung entsprechend der Anforderungen des Kunden
  - Engineering Dienstleistungen (Spritzguss und FEM)
  - Bauteil- und Prozessoptimierung
  - Bauteilauslegung und -berechnung unter Einsatz von CAE-Methoden
  - Projektunterstützung bzw. komplette Projektbearbeitung
  - Support und Schulungen
  - Beratungen vor Ort
  - langjährige Erfahrung im Bereich der Spritzgusssimulation
  - CAD-Migration

- Engagement
  - Aktivitäten in Forschungsvorhaben
  - Softwareentwicklung
  - Seminare, Kompetenzzentren, Workshops
  - Aufbau von Netzwerken

Softwarekompetenz

- die Softwarelösung für die Auslegung und Optimierung des Kunststoffspritzgießprozesses

- die Softwarelösung für das Tiefziehen

- die Softwarelösung für das Blasformen

- die Lösung für die Vermeidung einer ungleichmäßigen Füllung

- die Lösung zur Konvertierung und Aufbereitung von 3D-CAD Daten

SIMPATEC

Herausforderungen bei der Fertigung

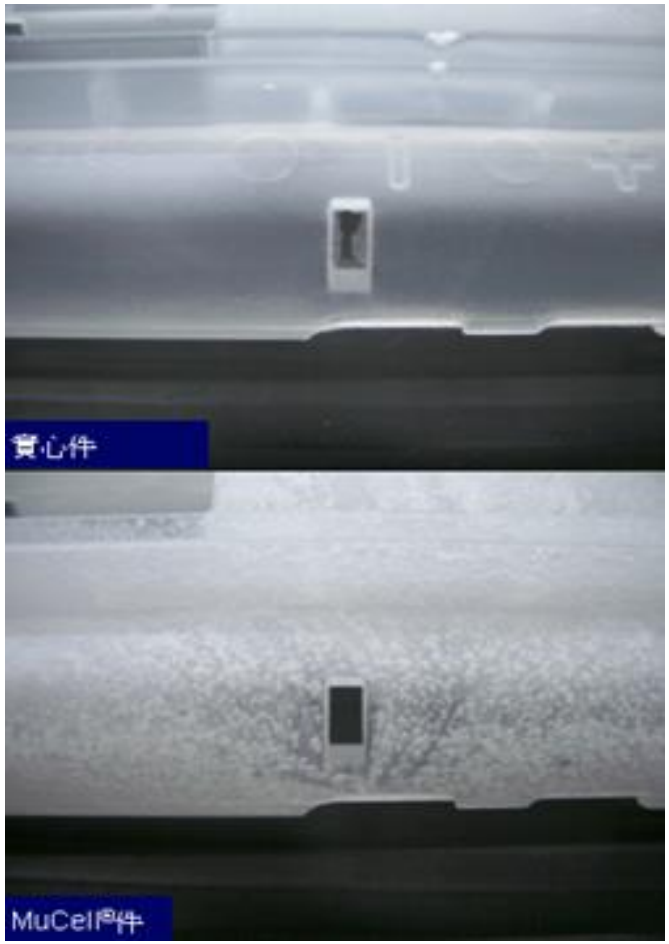
Moldex3D

Herausforderungen bei der Fertigung

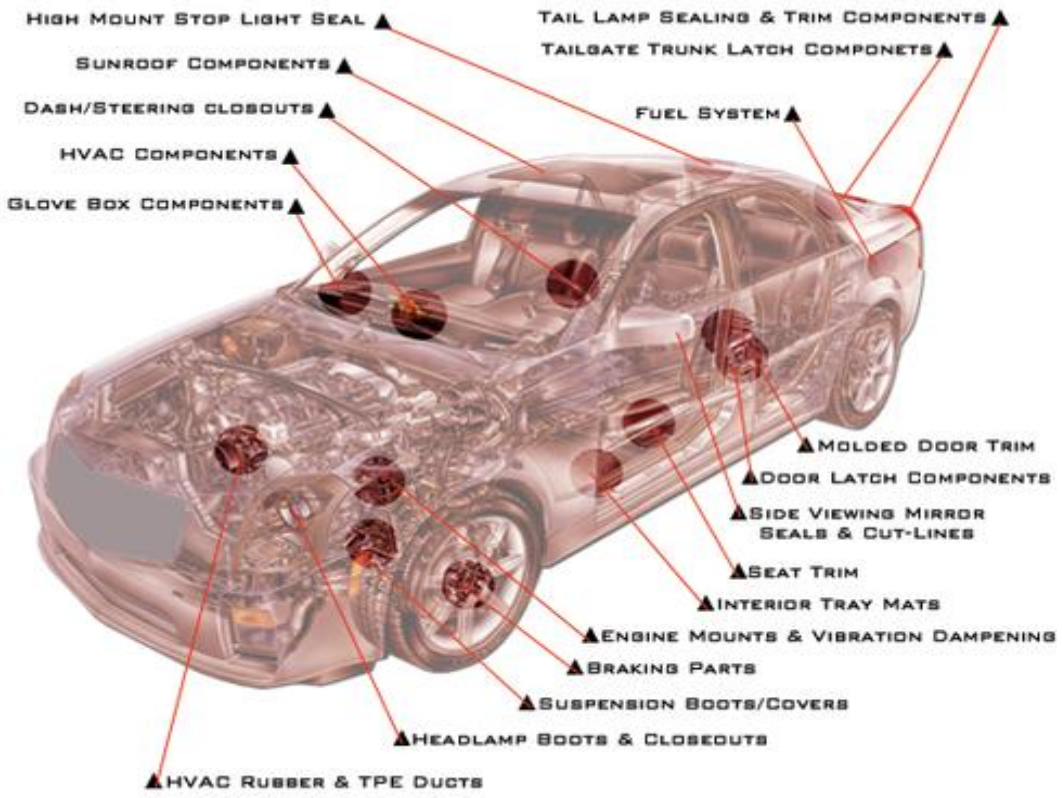
- Dünner,
- leichter und
- machbar

Herausforderungen bei der Fertigung

Automobilindustrie – wenig Gewicht und niedrige Kosten



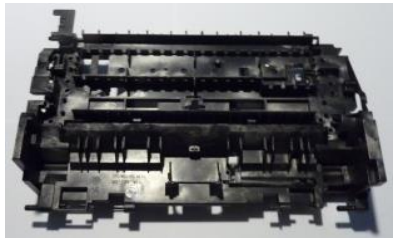
http://coe.hkpc.org



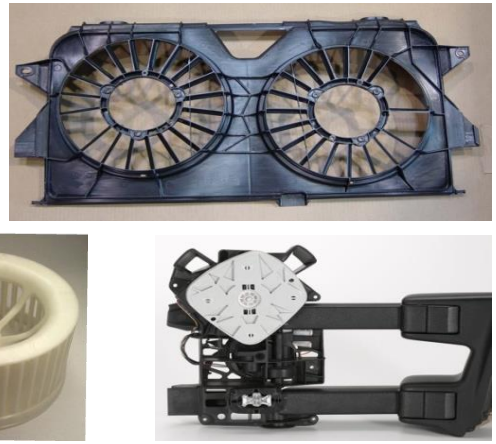
http://www.trianglerubberco.com

Anwendungsbereiche

Business Equipment



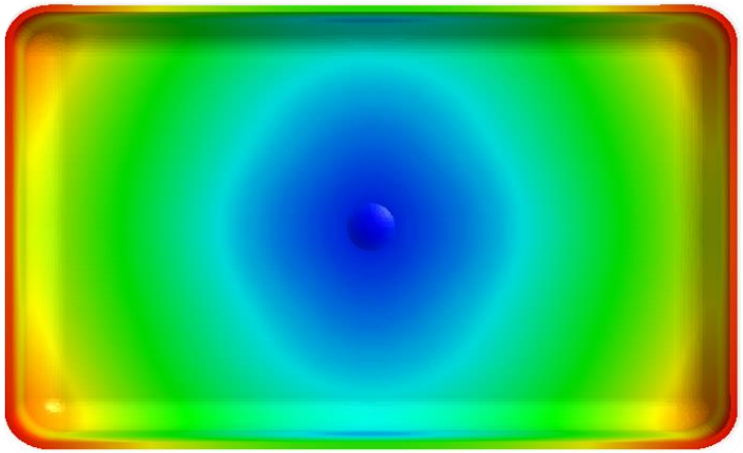
Automotive



Industrie & Elektronik

SIMPATEC

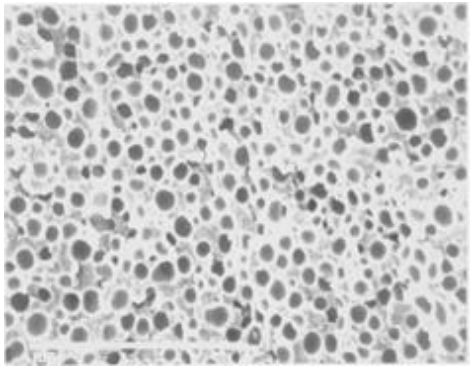
Technologie, Simulation und Realität des Spritzgusses von Mikrozellularen Schäumen (MuCell®)

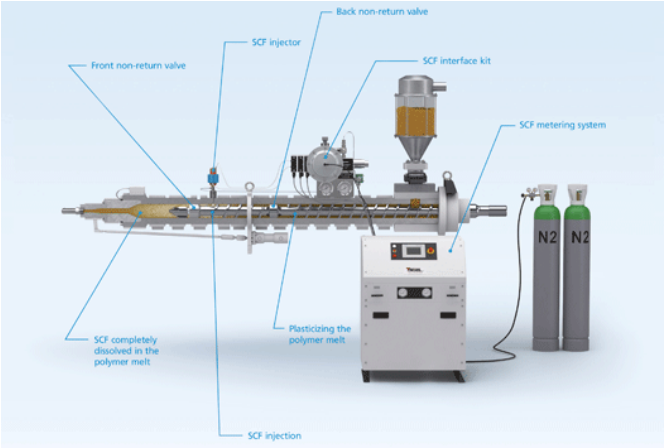


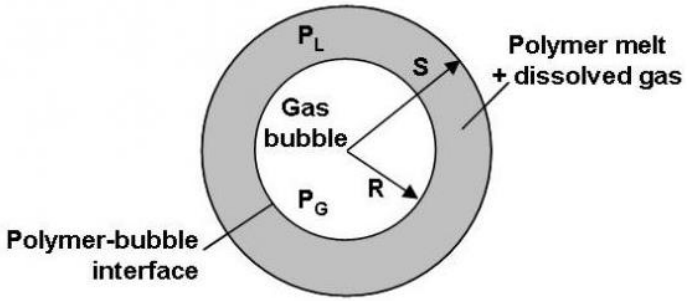
Moldex3D

Prinzip

MuCell ® ist eine Art Mikroschaumspritzgusstechnik registriert und vermarktet von Trexel, Inc.



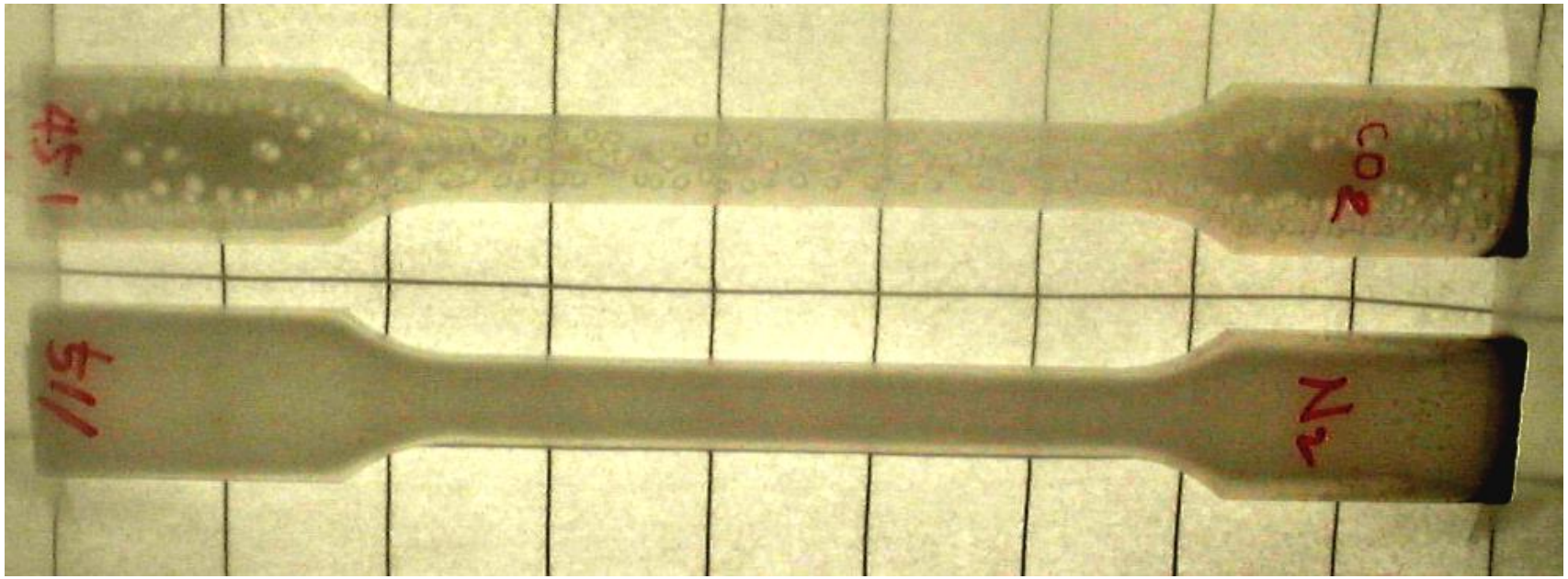




MuCell Processes TREXEL INC

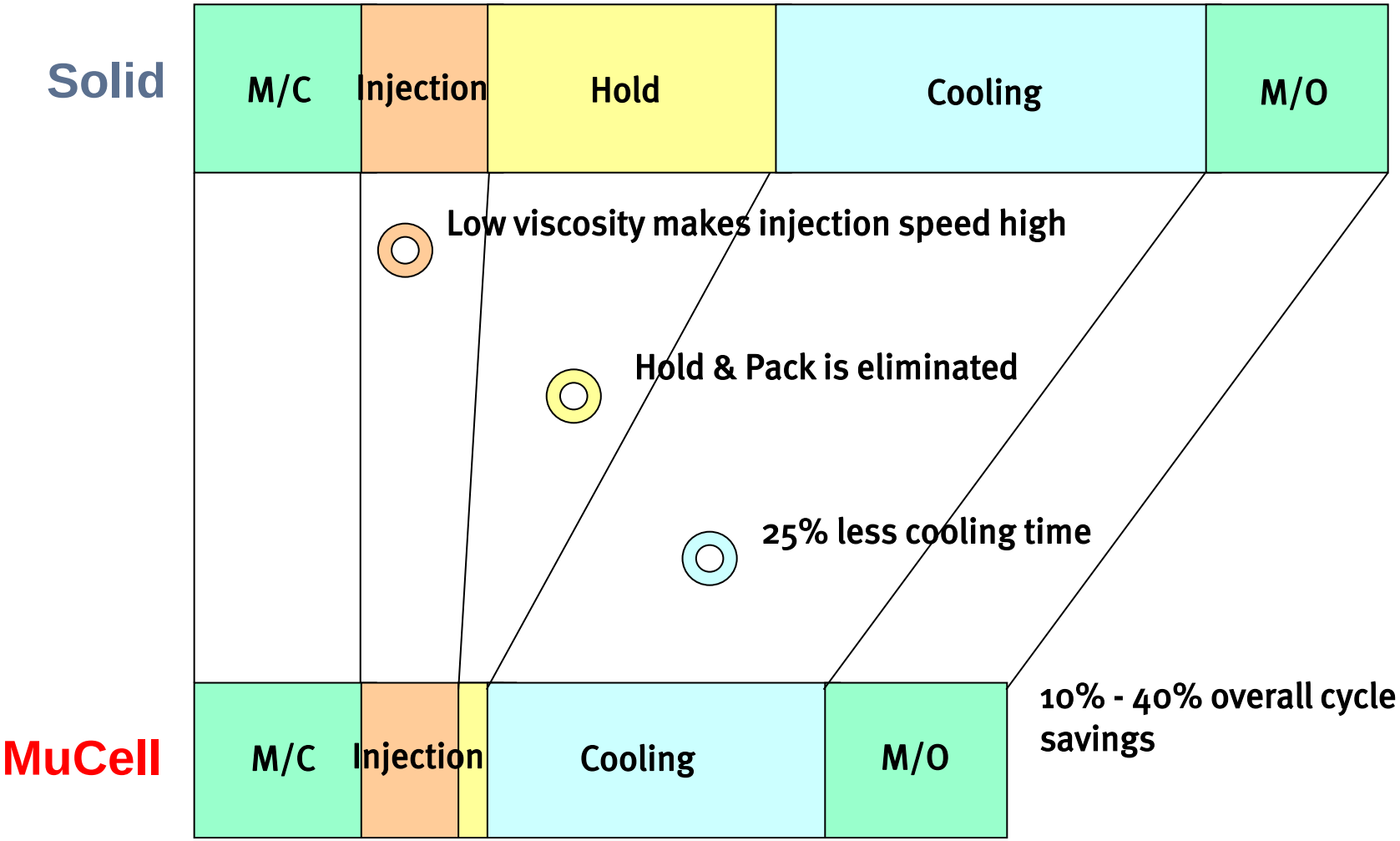
Prinzip – überkritisches Fluid (SCF)

N2 und CO2 SCF – am häufigsten verwendete Treibmittel



CO2 hat eine bessere Verbreitung im Polymer als N2, jedoch ist die Prozess- und Zellqualität einfacher mit N2 zu steuern

Charakteristika und Vorteile



Vorteile der MuCell® Technologie

- Fertigungskosten Einsparungen
  - Gewichtsreduktion (6-12%)
  - Zykluszeit Reduktion (15-35%) (geringere Schmelze- und Werkzeugtemperatur)
  - Kleinere Maschinen notwendig (kleinere Schussgröße, niedrigere Viskosität)

- Qualitätsverbesserungen
  - Verbesserung von Ebenheit und Verzug
  - Hohe Formstabilität
  - Reduzierte Spannungen im Formteil
  - Größere konstruktive Freiheitsgrade
    (dünne Wände oder dickere Rippen ohne Einfallstellen)

Herausforderungen

- Schwierigkeitsgrad der Verarbeitungskontrolle (Kontrolle der thermodynamischen Instabilität)
- Fehlendes Wissen vom schäumenden Prozess (Temperatur-und Druckschwankungen)
- Mögliche Oberflächen Qualitätsprobleme
- Design für verschiedene Kombinationen von Polymeren und Treibmittel (SCFs)
- Entwicklung zuverlässiger CAE-Technologie

Moldex3D and Trexel: Joint Development Agreement

> PR dated on March, 2012

Moldex3D and Trexel: Joint Development Agreement

CoreTech System (Moldex3D) Co., Ltd., Hsinchu, Taiwan, and Trexel, Inc., Wilmington/MA, USA, announced that they have entered into a Joint Development Agreement for enhancing MuCell process productivity. Moldex3D and Trexel are jointly establishing a detailed plan and specifications for following development and validations. The enhanced capabilities are expected to be available within 2012.

The MuCell process, enabling part weight reduction and product performance improvement, is widely employed in automotive, electronic/electrical products, construction, outdoor products and many other applications. 3-D injection molding simulation technology has advanced significantly over the years. It allows more realistic simulation results for versatile processes with high accuracy and reliability.

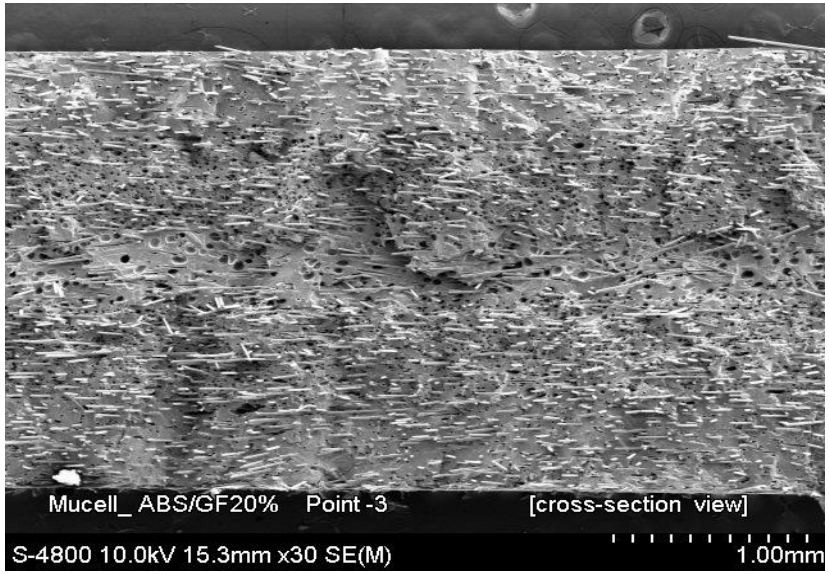
Moldex3D Technologie zur MuCell® Simulation

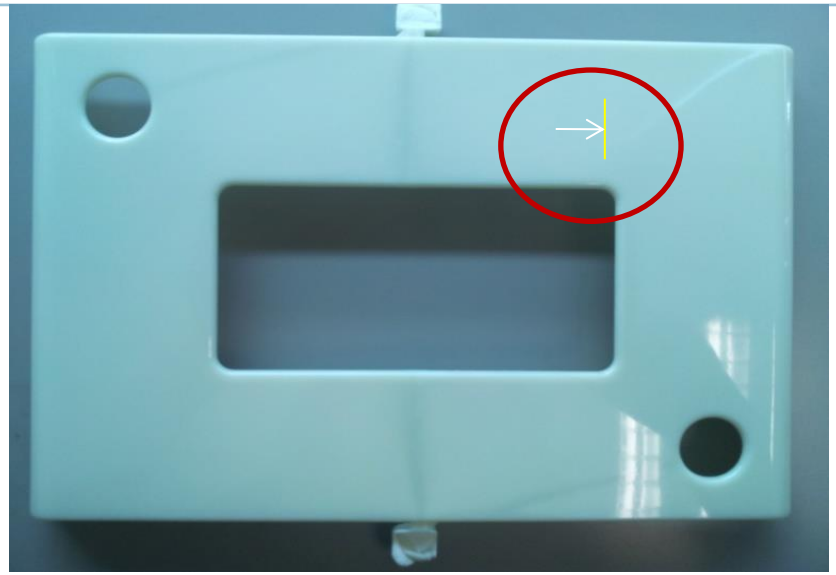
- Echter 3D-Ansatz für genauere Mikrostruktur Fluidströmungs- Informationen
- Vorhersage von Zelldichte und Zellgröße unter Berücksichtigung der Zellbildung und dem Zellwachstum gleichzeitig
- Betrachtung der Wechselwirkung zwischen Zellentwicklung und Schmelzfluss während des Füllvorganges
- Betrachtung der Wirkung der Zellstruktur auf den Teileverzug

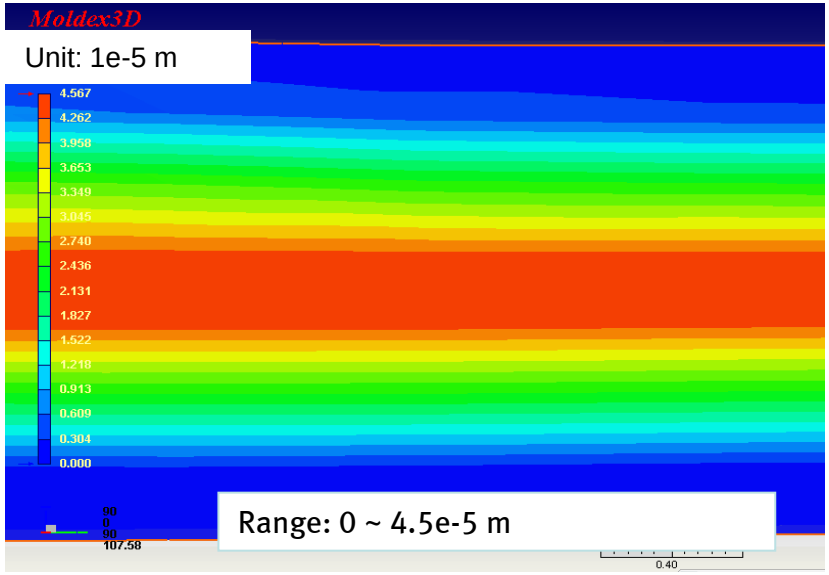
Vergleiche

- Überprüfung des Simulationsergebnis: Zellgröße ist kleiner in der Nähe der Oberfläche und größer im Kern.

- Die Tendenz des Simulationsergebnis ist in guter Übereinstimmung mit dem experimentellen Ergebnis

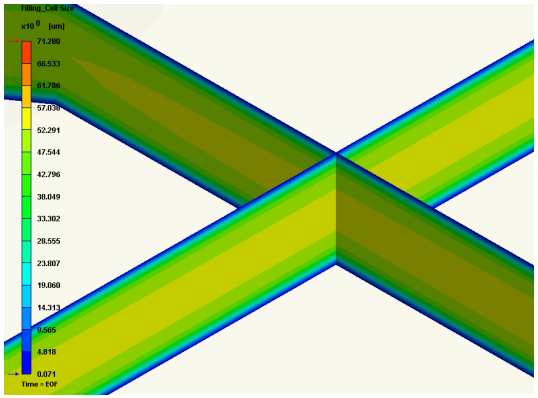


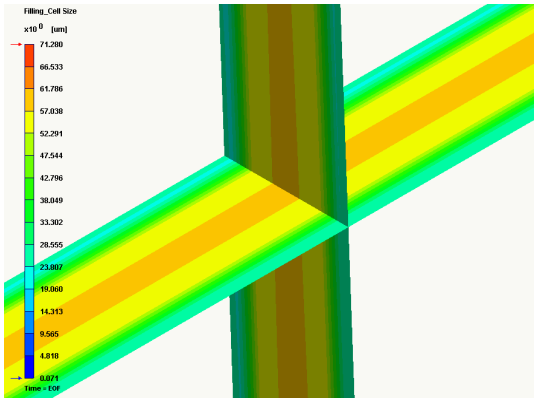


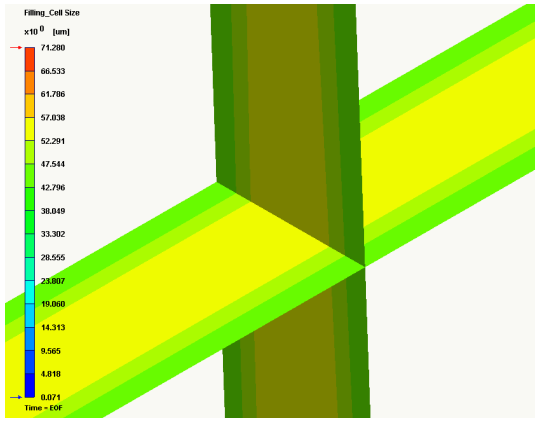


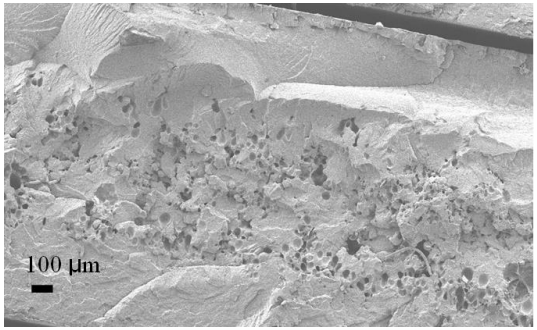
Vergleiche der Zellgrößen Verteilung

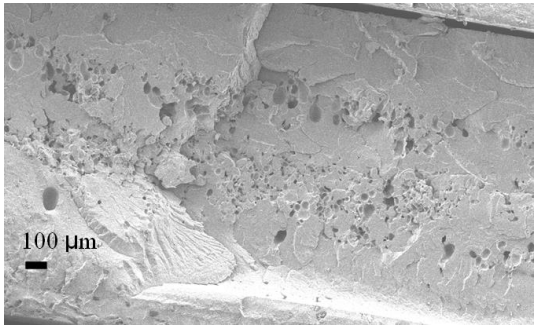
0.5 wt% N_2 SCF, PP

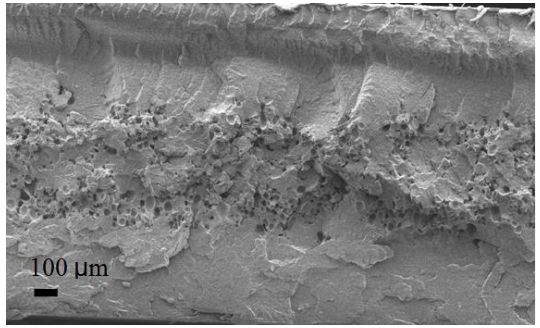




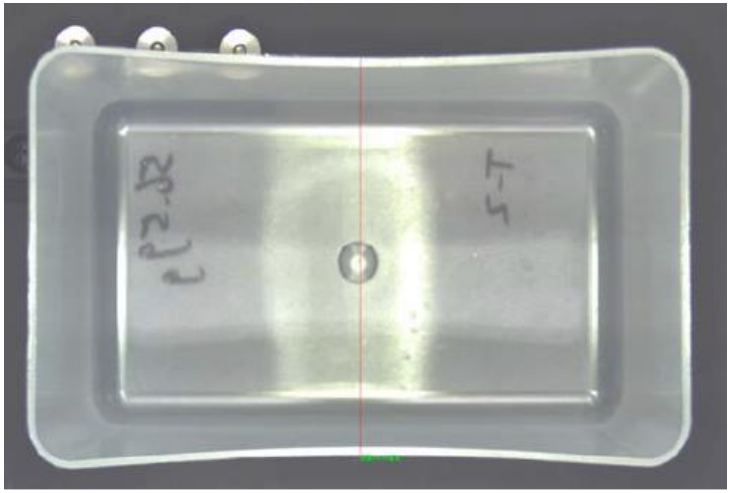


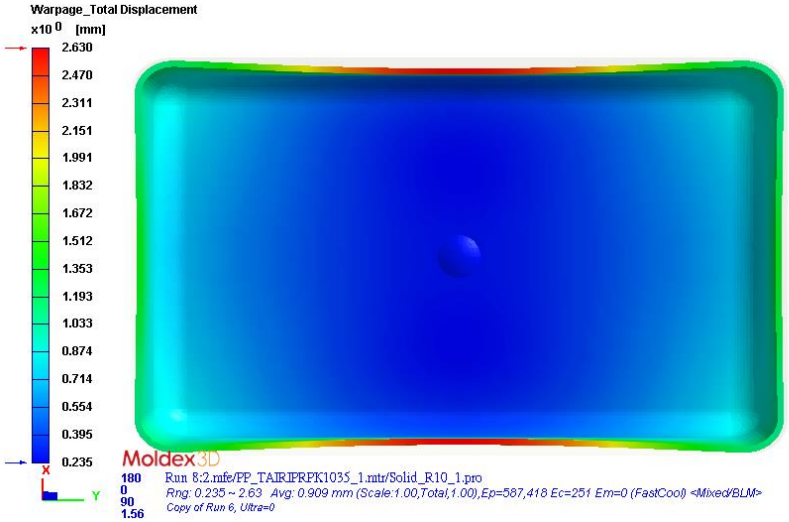




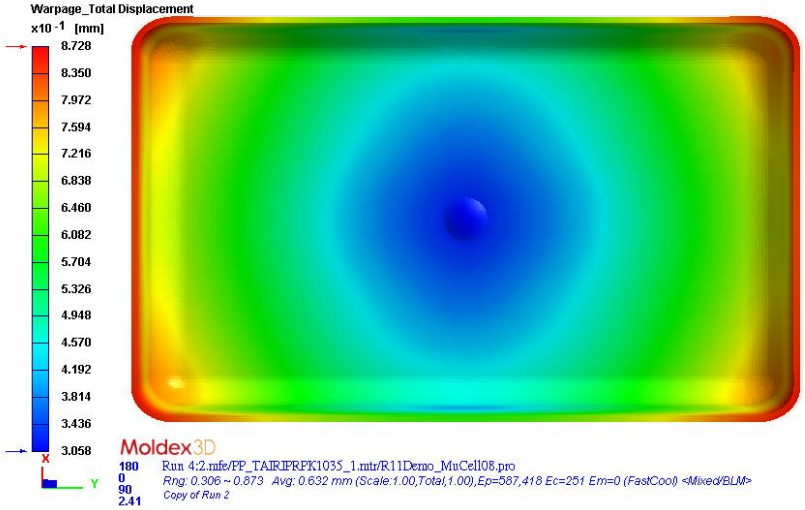


Verzugs Vergleiche (X1)
Solid vs MuCell





Solid part

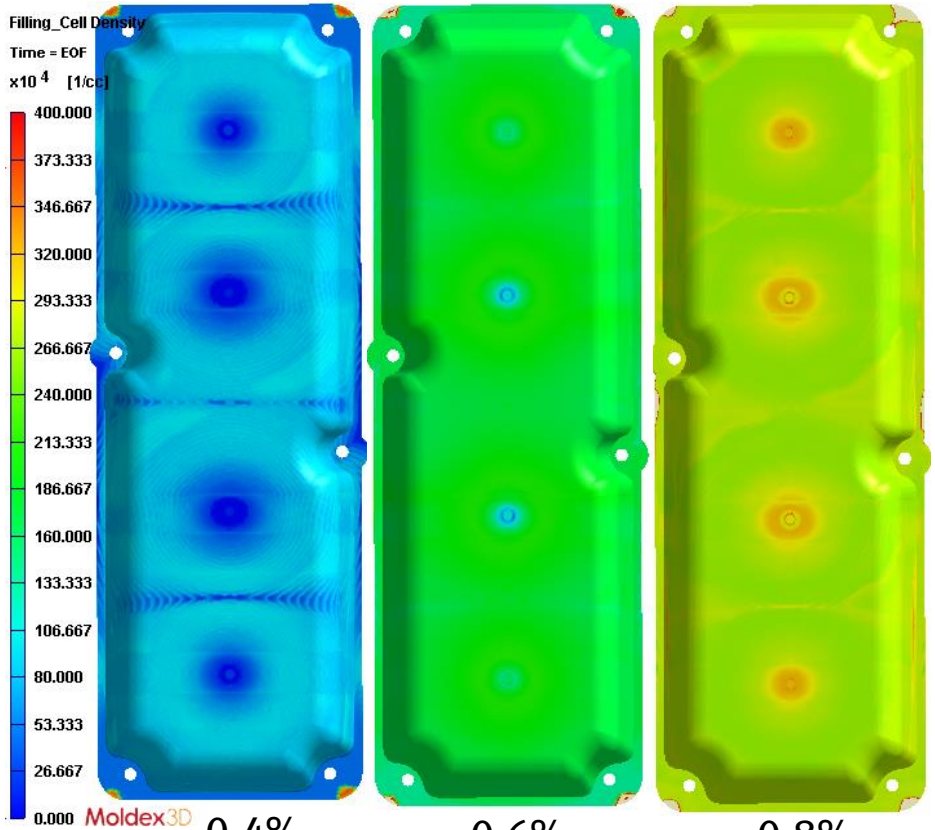


MuCell® part

Zellstruktur Vergleiche

Vergleiche mit verschiedenen Gas-Füllgraden

- Bauteile mit höherem Gasanteil haben eine höhere Zelldichte und sind damit weniger transparent

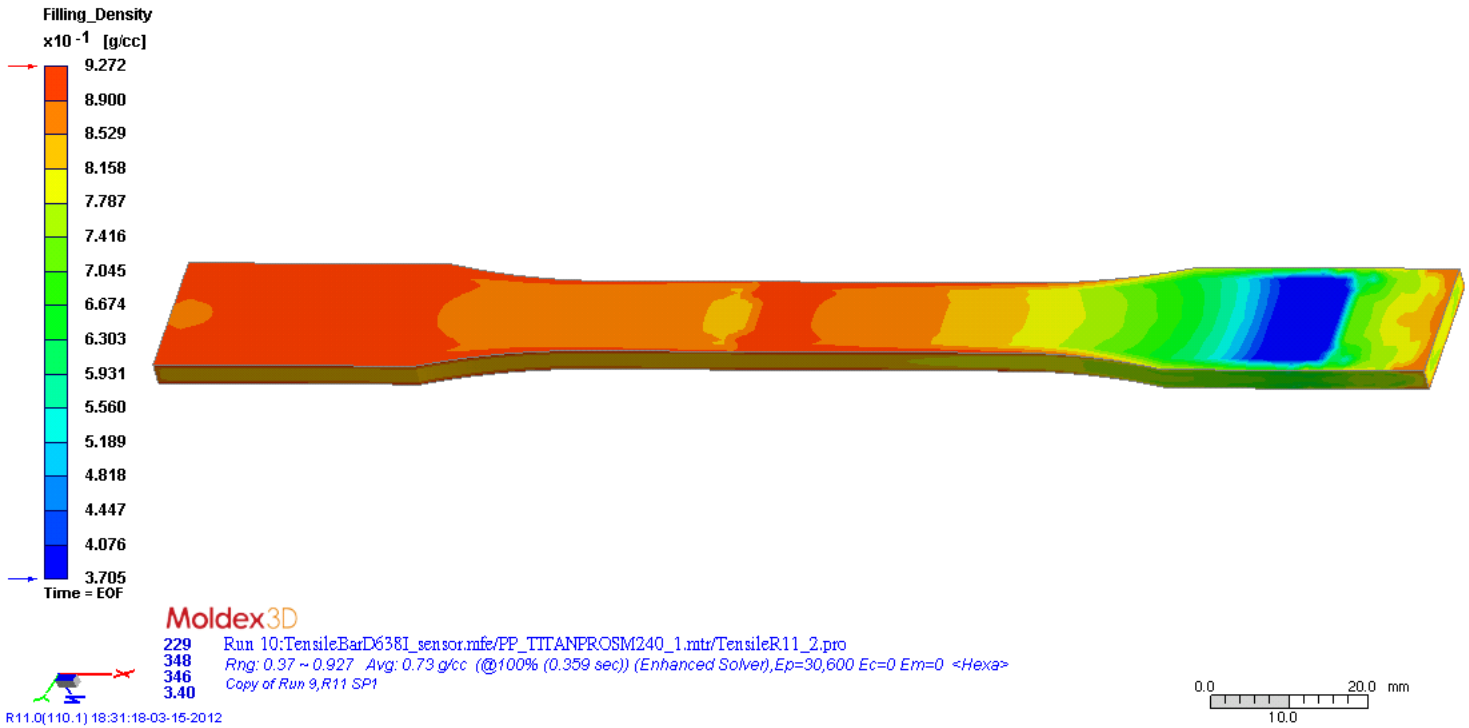


0.4% 0.6% 0.8%

0.4% 0.6% 0.8%

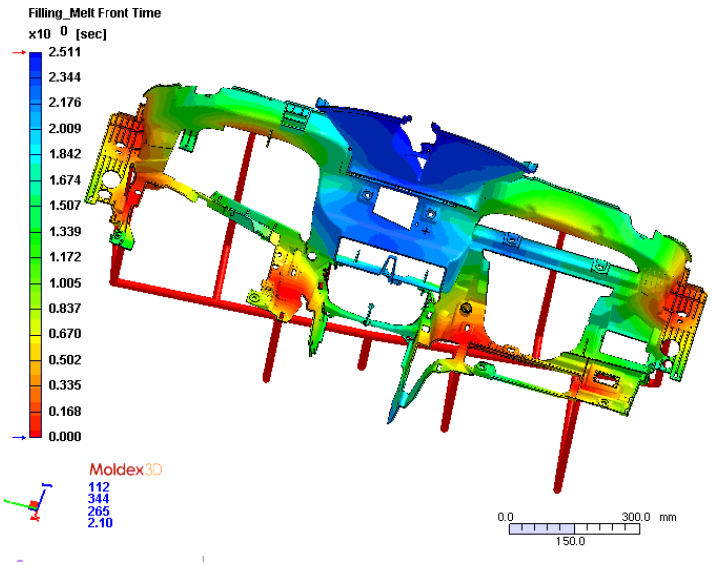
Dichte Analyse

Darstellung der Dichteverteilung, die die Gewichtsreduktion während des Schaumprozess darstellt.



MuCell® + LGFPP Instrumententafel

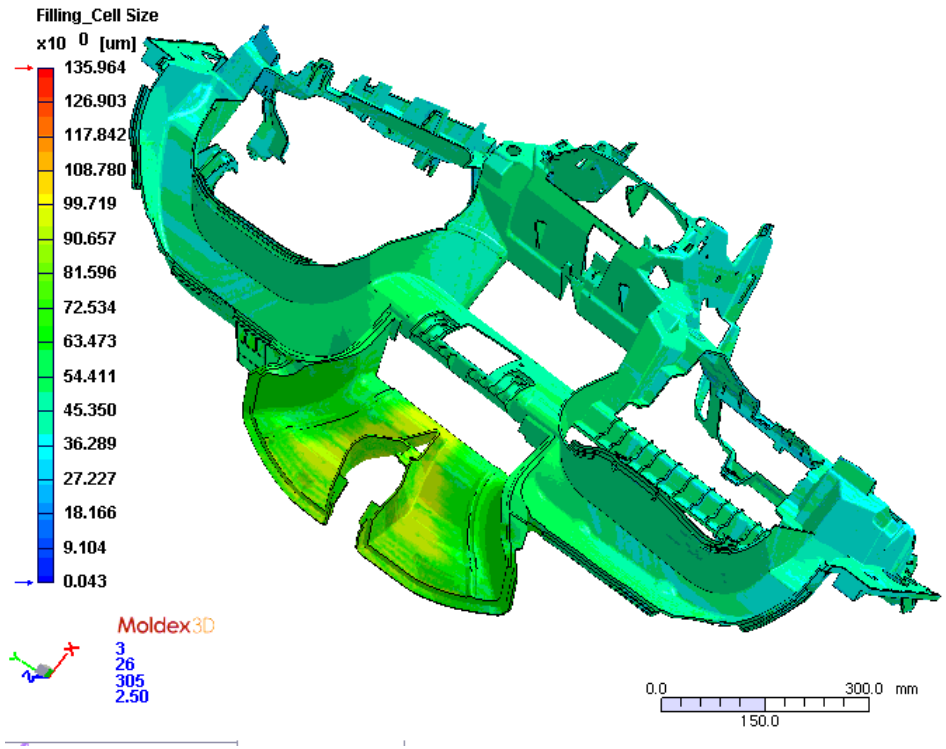
MuCell Technology Helps Ford Win the Grand Award at the 41st SPE Automotive Innovation Awards

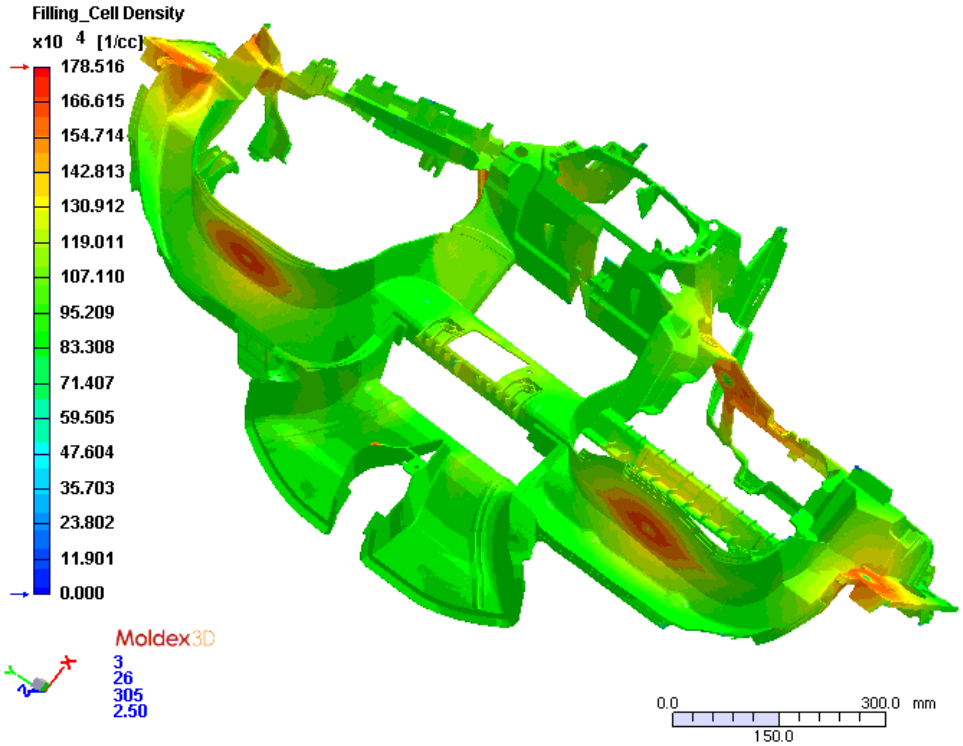


Livonia, MI & Wilmington, MA, Nov. 9, 2011 – The Society of Plastics Engineers awarded Ford's use of the MuCell process the Grand Award at the association's 41st Auto Innovation Awards Competition, held November 9th at the Burton Manner, in Livonia, MI. The instrument panel was originally entered in the Process/Assembly/Enabling Technologies category. By creating the instrument panel structure for the new Ford Escape in microcellular foam, weight is reduced more than 1 lb, mechanical properties are improved, molding cycle time is reduced 15%, and molding clamp tonnage is reduced 45%, saving an estimated $3 US / vehicle vs. solid injection molding.

MuCell® + LGFPP Instrumententafel

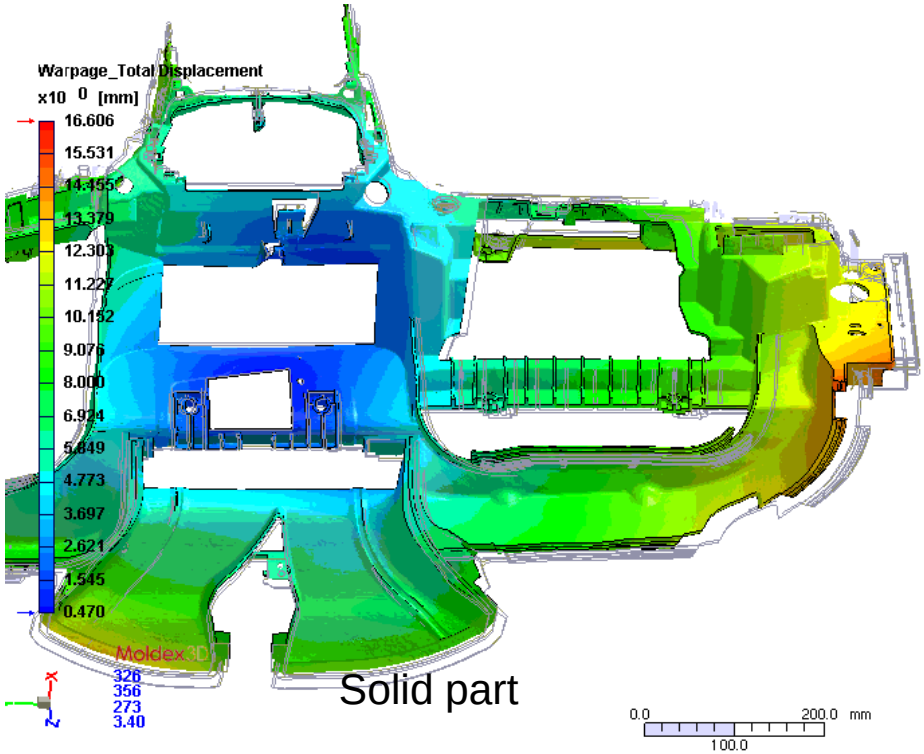
Zellstruktur



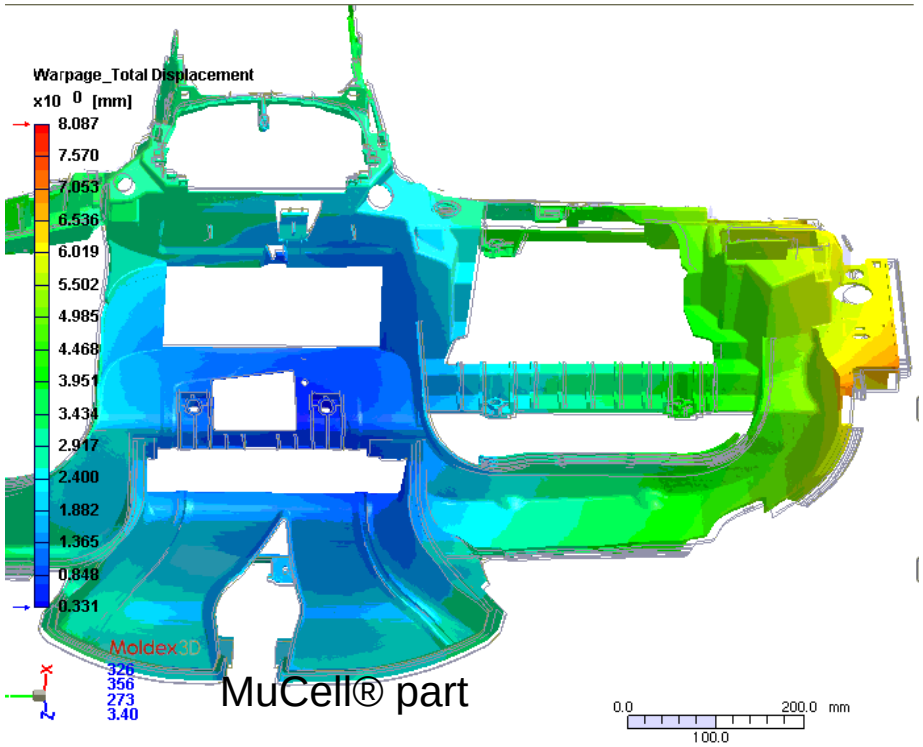


MuCell® + LGFPP Instrumententafel

Warpage Vergleich



Solid part



MuCell® part

MuCell® + LGFPP Instrumententafel

Summary

	Solid Part	MuCell Part
Part Weight [g]	2724.2	2446.9
Max. Clamping Force [Ton (m)]	1579	699.5
x-Displacement [mm]	11.37	3.81
y-Displacement [mm]	15.69	6.87
z-Displacement [mm]	8.27	3.32

Part dimension: 644.5*1415.8*562.4 (mm)

Table 1 Comparisons of simulation results from conventional injection molding and microcellular injection molding. Weight reduction: 10.18%

10% Gewichtsreduktion
50% Schließkraft Reduktion

Resultate

Die Gewichtsreduktion wird in der Log Datei dokumentiert.

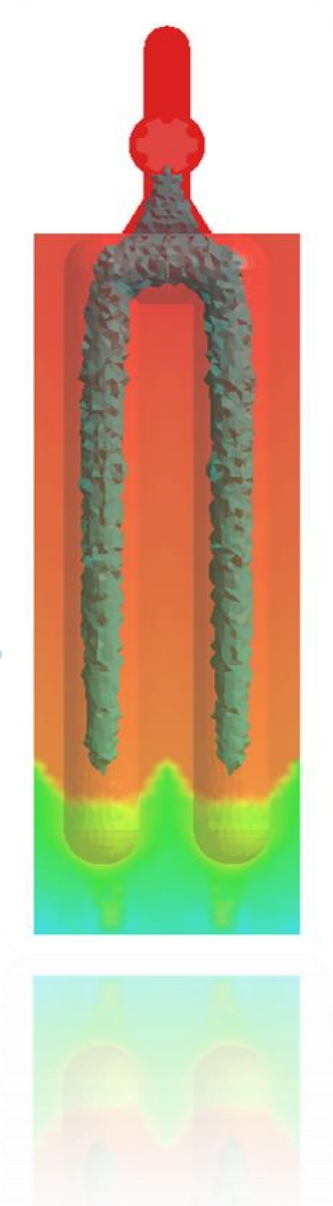
FullModel18 - 記事本

檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明(H)

```
-------------------------------------------------------
<Summary>
    CPU Time for Fill Analysis =        1.1 hr
    Mold-Opening Direction     =         Y-axis
    Clamping Force at EOF      =        0.6 Ton

    Part Weight of Cavity #1          =   5.886 g
    Total Weight(Cold runner + Parts) =  12.257 g
    <MCIM> Weight Reduction Percentage= 8.5877 %
</Summary>


<Application_Information>

    <Host>
      <Current_Process_Information>
        Process Name                = Mdx3DFlowE.exe
        Process ID                  = 260028
        Process Owner               = danchang
        Process Owner Domain        = WIN-V4STG9F0Q0H
        Consumed CPU Time           = 3796 sec
        Memory Usage                = 238044 KB
        Peak Memory Usage           = 241036 KB
      </Current_Process_Information>
    </Host>
```

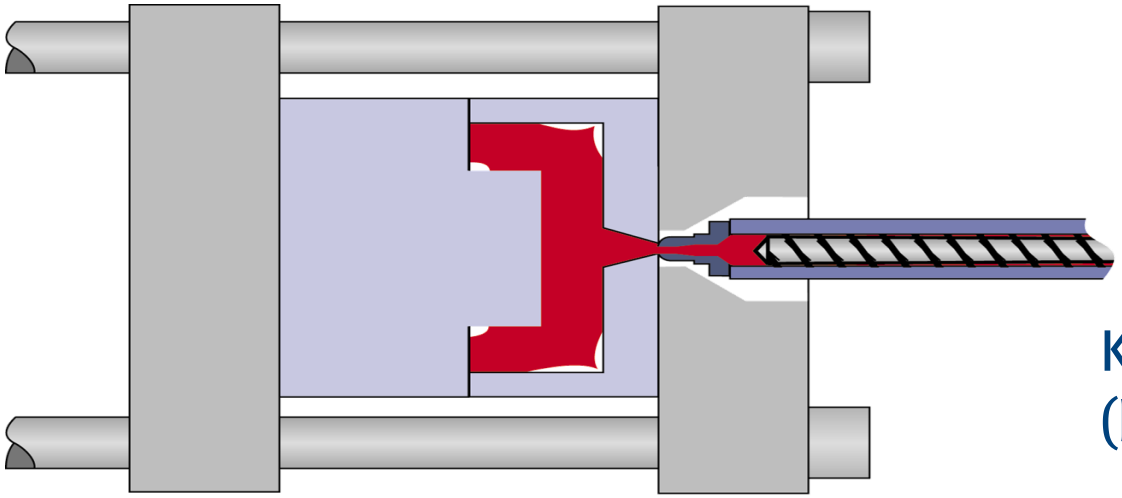
SIMPATEC

Technologie, Simulation und Realität des Gas- und Wasserinnendruckverfahrens

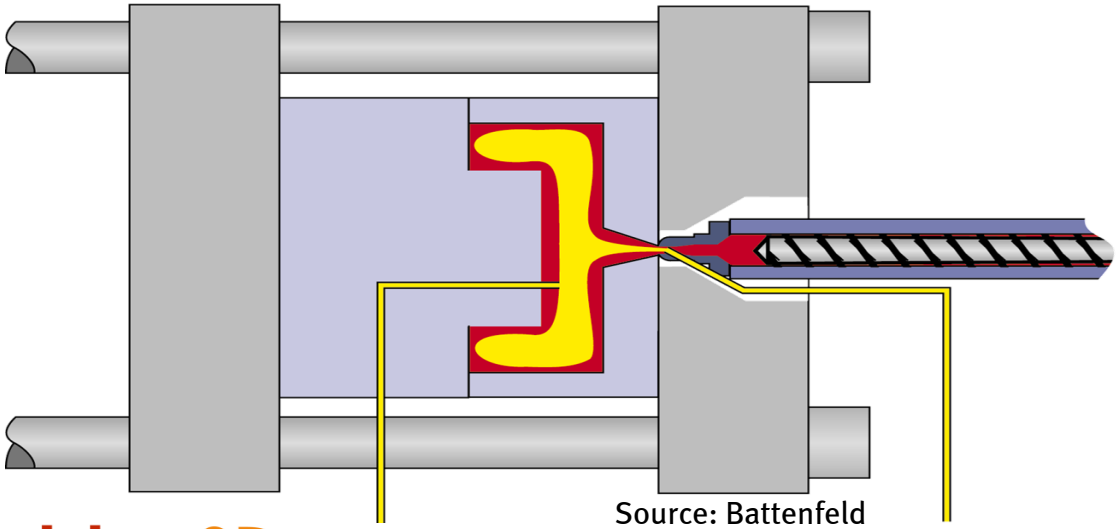


Moldex3D

Technik GAIM / WAIM



Konventioneller Spritzguß
(bzw. Zeitpunkt vor Gaseintritt)

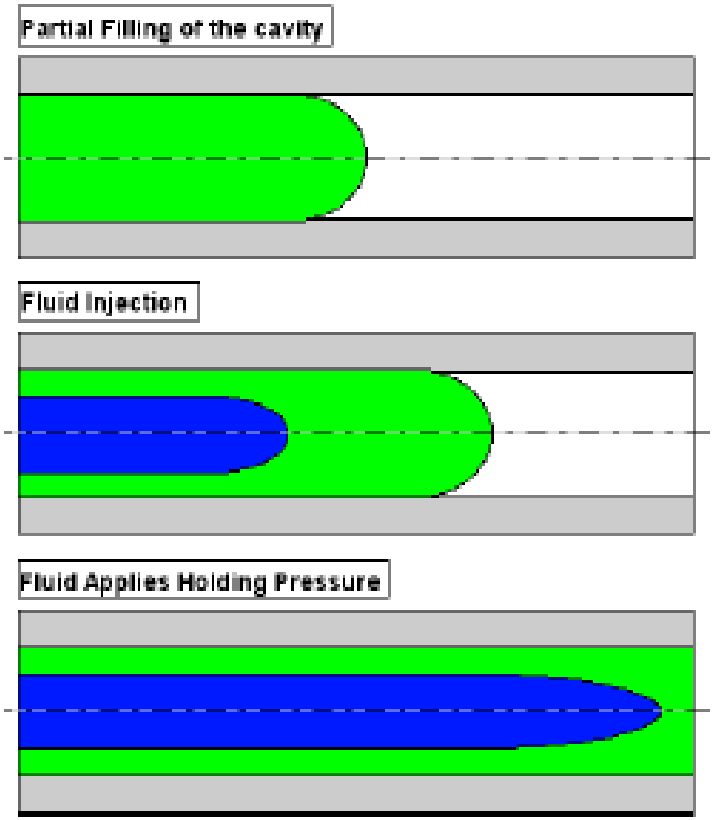


Gasdruckphase (Wasser)

Source: Battenfeld

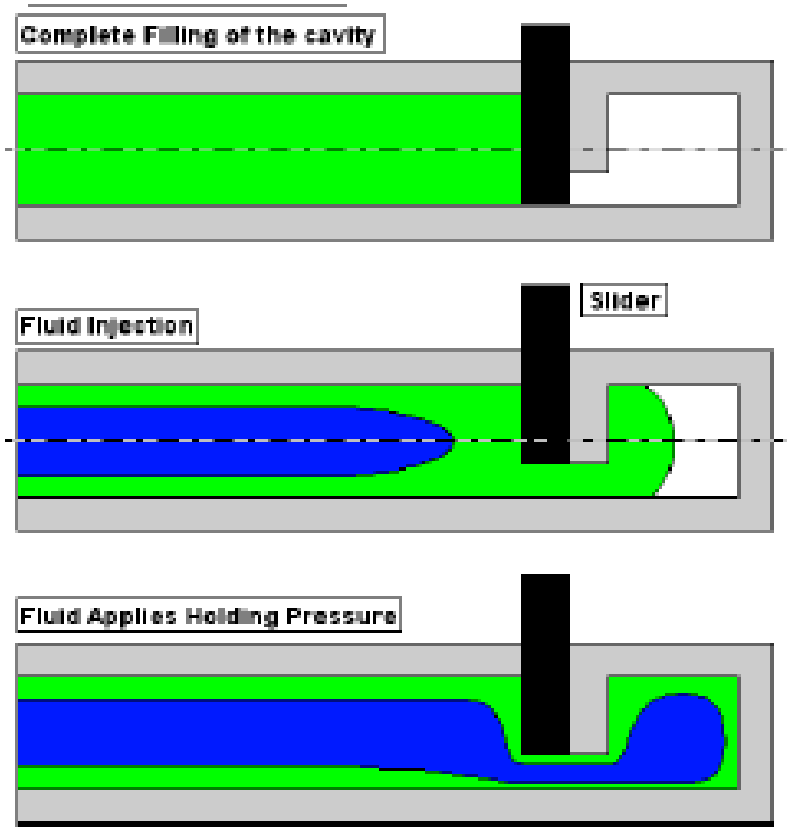
Prozess WAIM

Short shot



Adv.: gut für dickere Bauteile

Überlauf

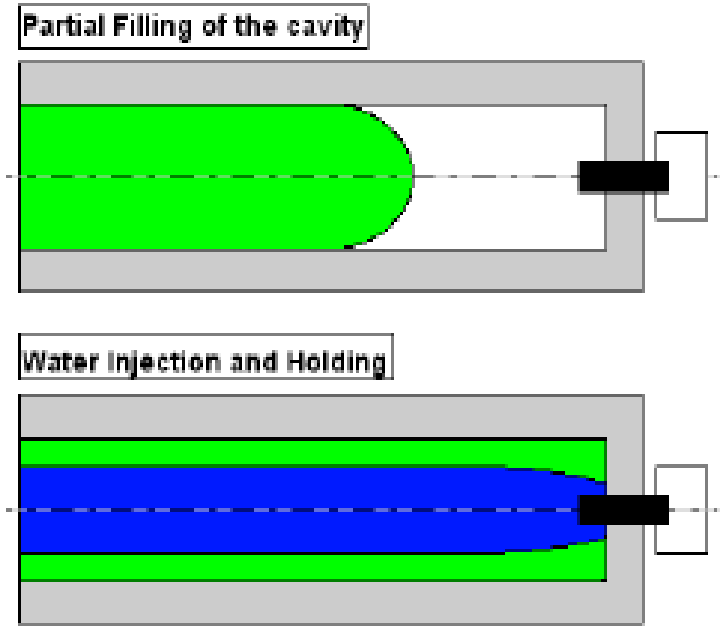


Source: Engel

Adv.: gute Oberflächenqualität

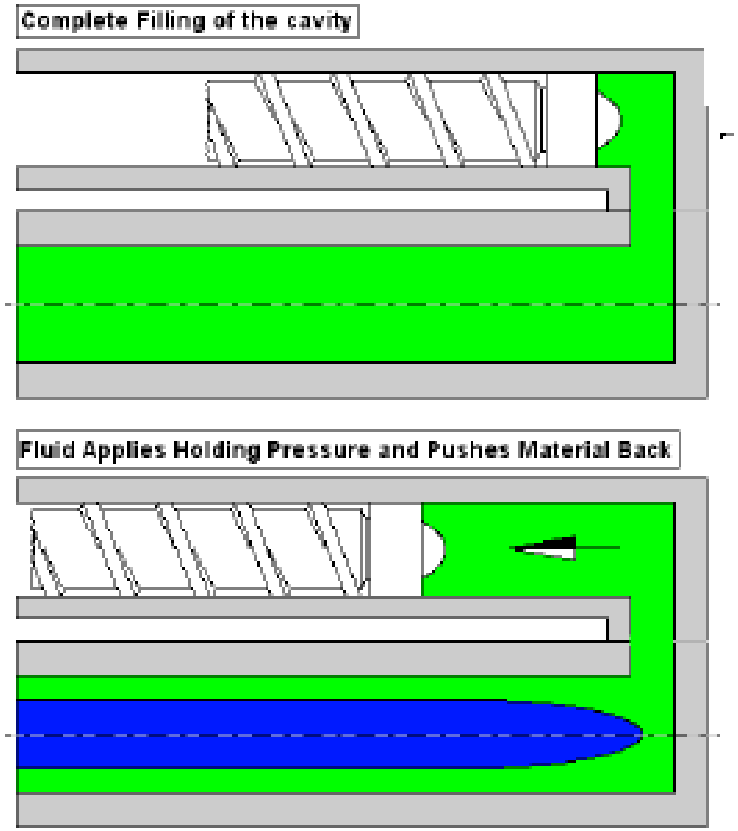
Prozess WAIM

Überlauf



Adv.: kombiniert short shot und Überlauf Prozess, mit besseren Temperiereigenschaften

Schmelze Rücklauf

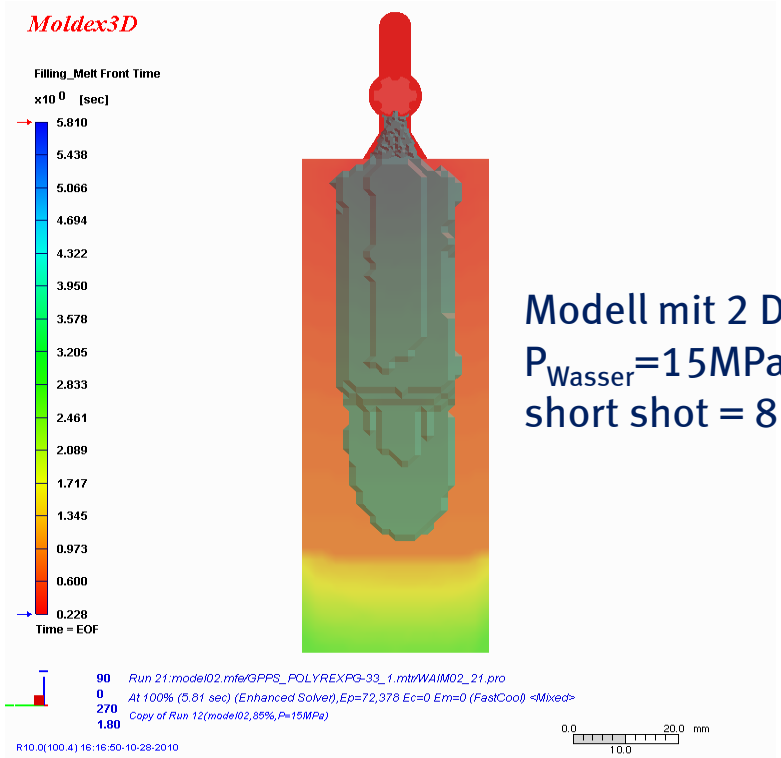


Source: Engel

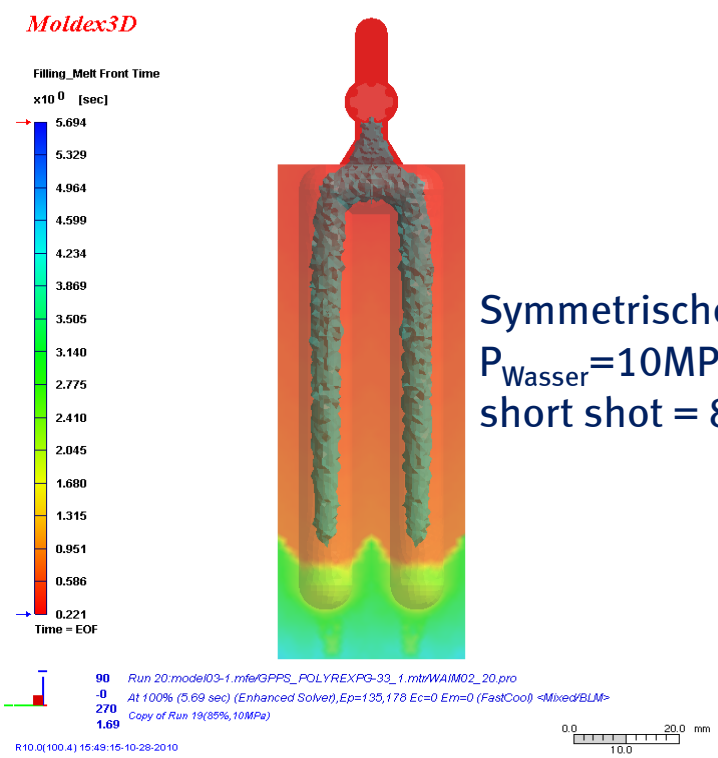
Adv.: sehr kurze oder keine Verweilzeit

2 Modelle – verschiedene Dicken und Symmetrie

Kavitätsgeometrie hat einen entscheidenden Einfluss auf das Schmelze/Wasser-Fließverhalten



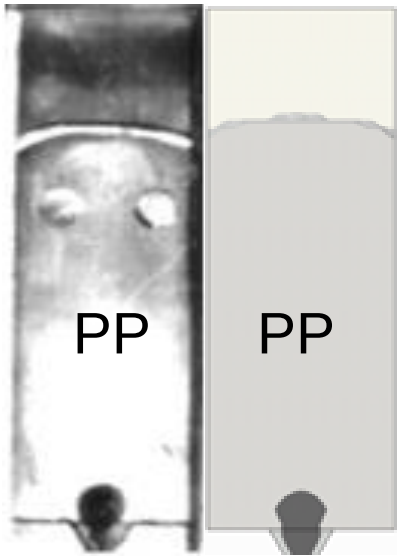
Modell mit 2 Dicken,
P_{Wasser}=15MPa,
short shot = 85%



Symmetrisches Modell,
P_{Wasser}=10MPa,
short shot = 85%

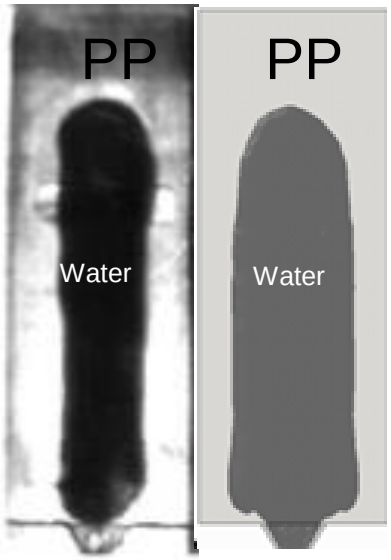
Validierung der Ergebnisse

Beginn der Wasserinjektion



Experiment Simulation

Ende der Füllung

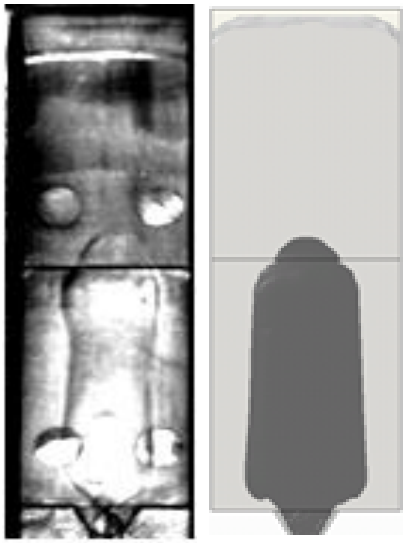


Experiment Simulation

Ref: S.-J. Liu and Y.-C. Wu, “Dynamic visualization of cavity-filling process in fluid-assisted injection molding-gas versus water”, Polymer Testing, vol.26, Issue 2, pp.232-242 (2007)

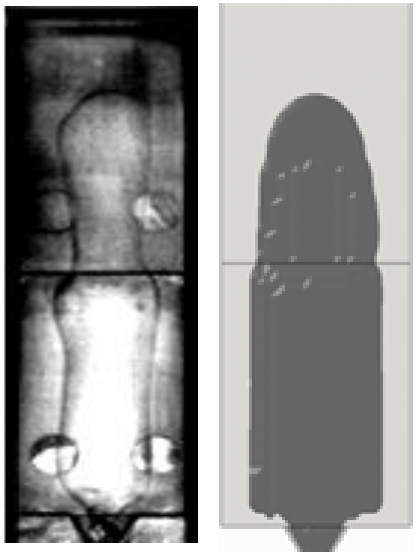
Validierung der Ergebnisse

Während Füllung



Experiment Simulation

Ende der Füllung

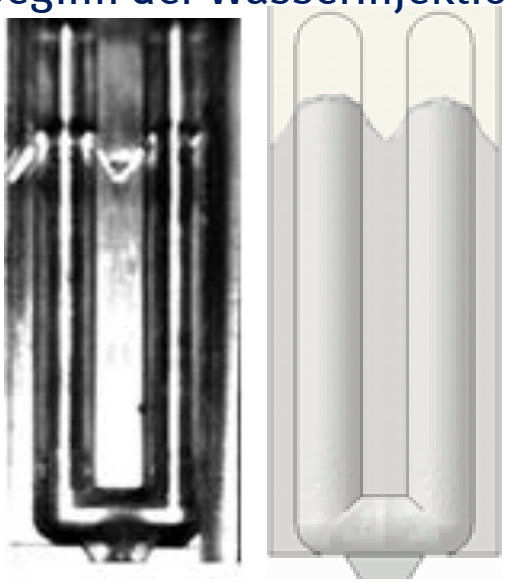


Experiment Simulation

Ref: S.-J. Liu and Y.-C. Wu, “Dynamic visualization of cavity-filling process in fluid-assisted injection molding-gas versus water”, Polymer Testing, vol.26, Issue 2, pp.232-242 (2007)

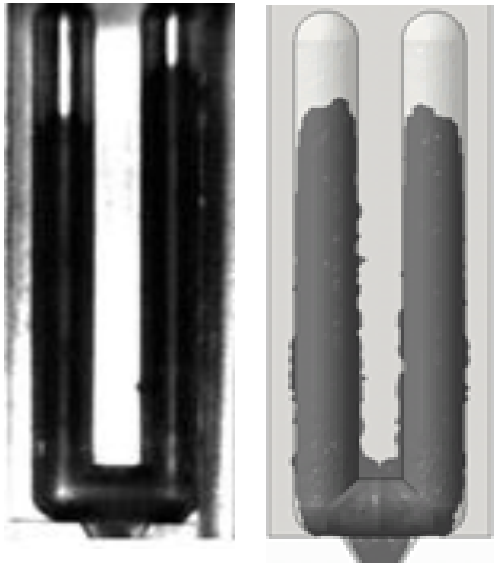
Validierung der Ergebnisse

Beginn der Wasserinjektion



Experiment Simulation

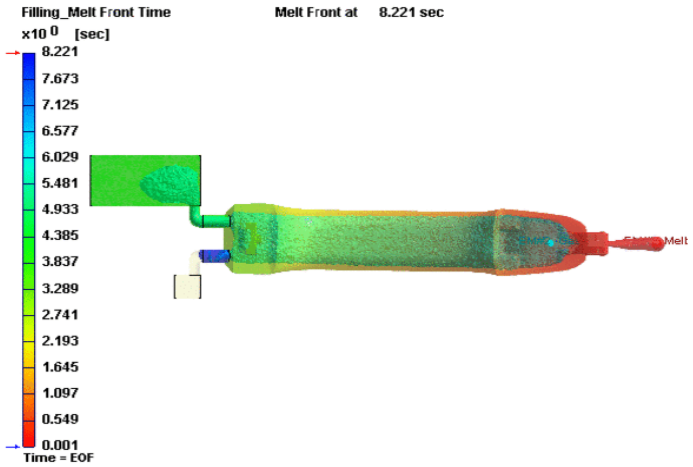
Ende der Füllung

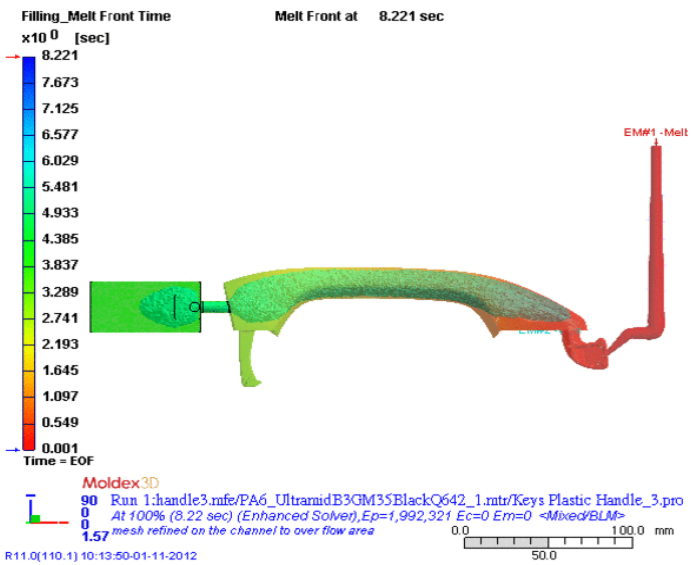


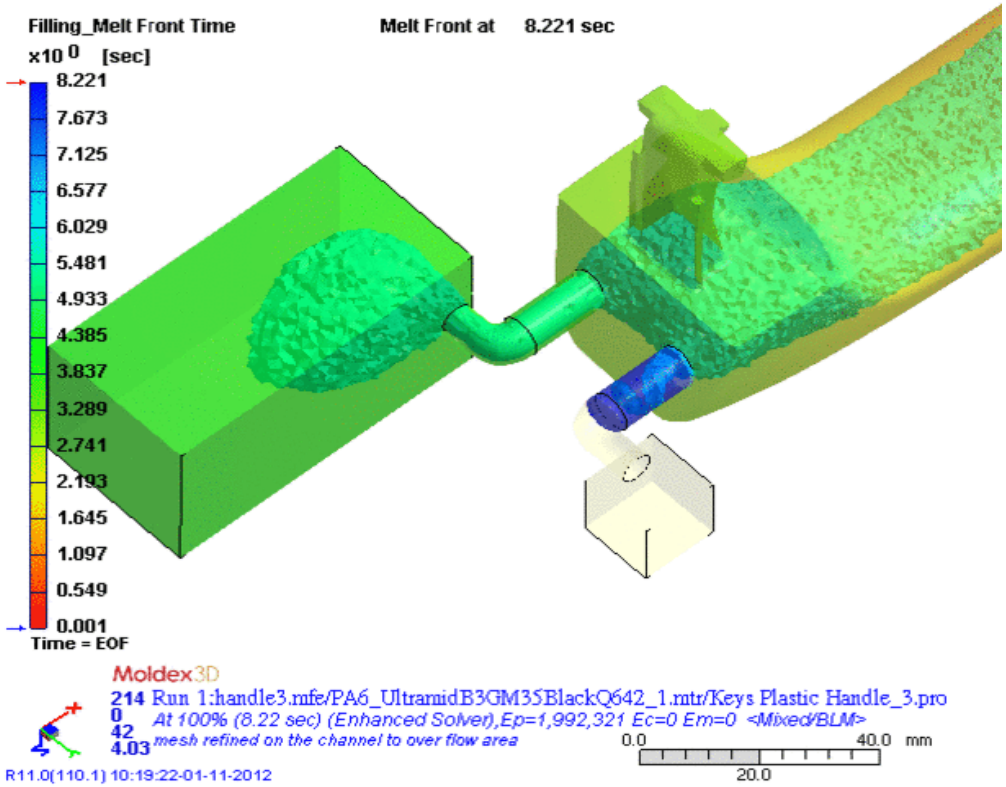
Experiment Simulation

Ref: S.-J. Liu and Y.-C. Wu, “Dynamic visualization of cavity-filling process in fluid-assisted injection molding-gas versus water”, Polymer Testing, vol.26, Issue 2, pp.232-242 (2007)

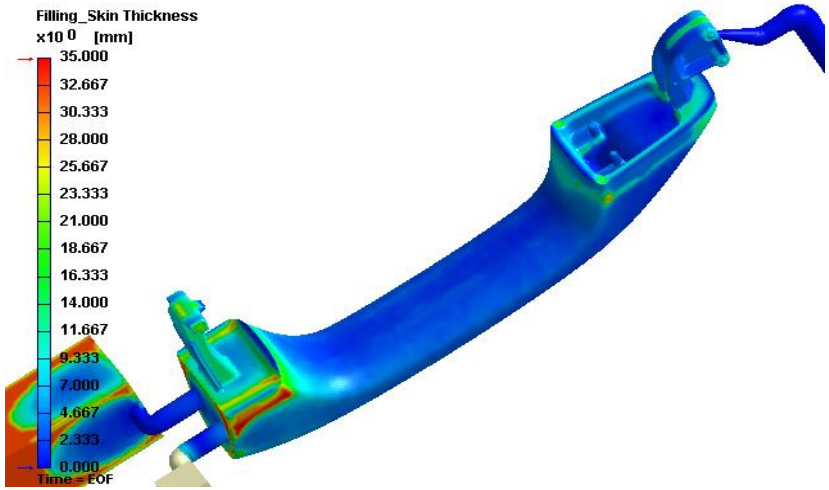
Füllung/Nachdruck Prozess Simulation

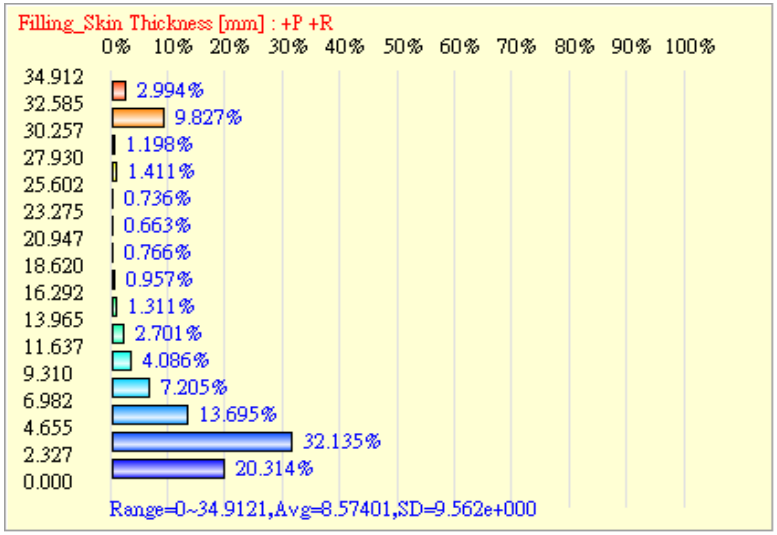


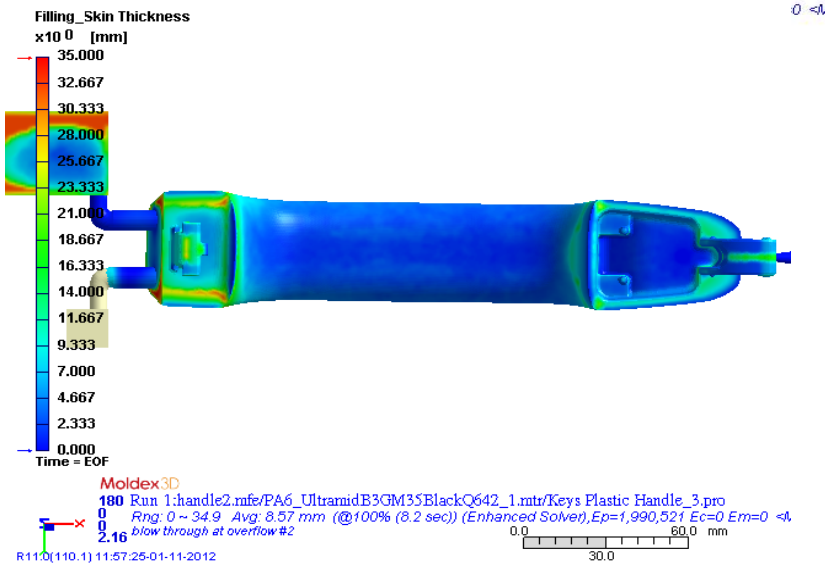


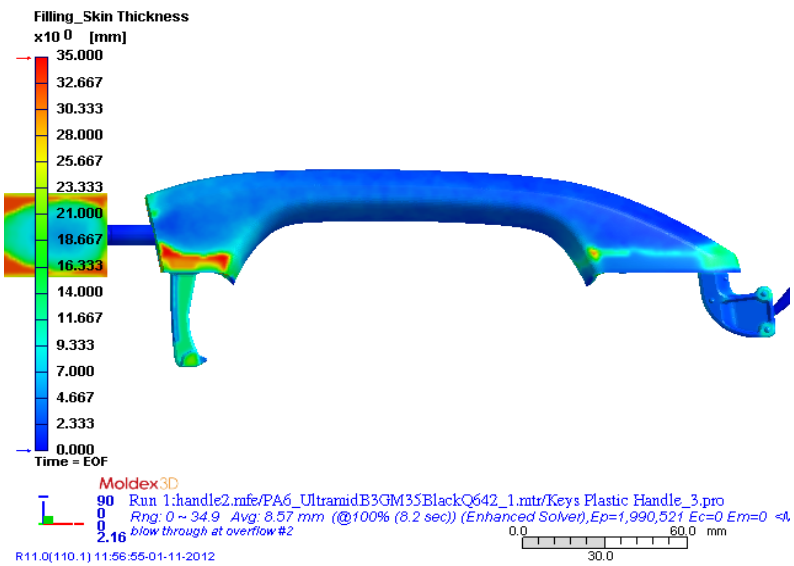


Wandstärken

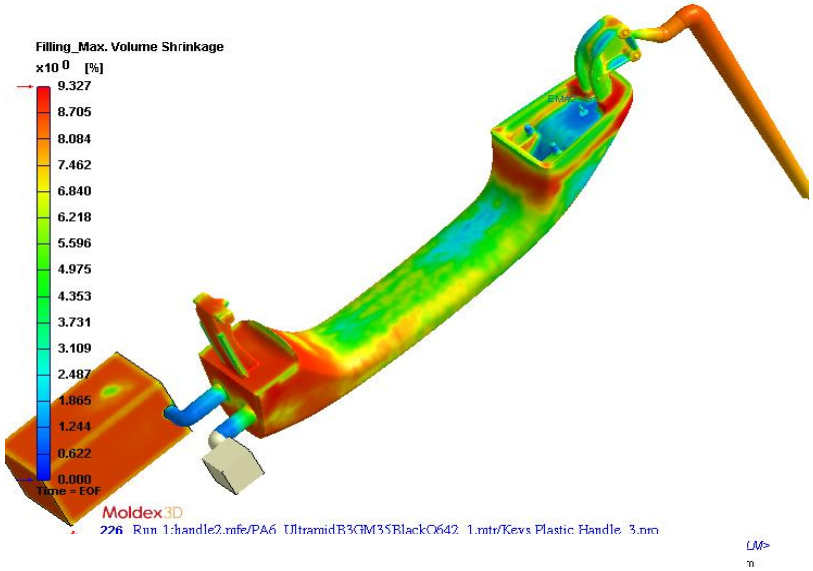


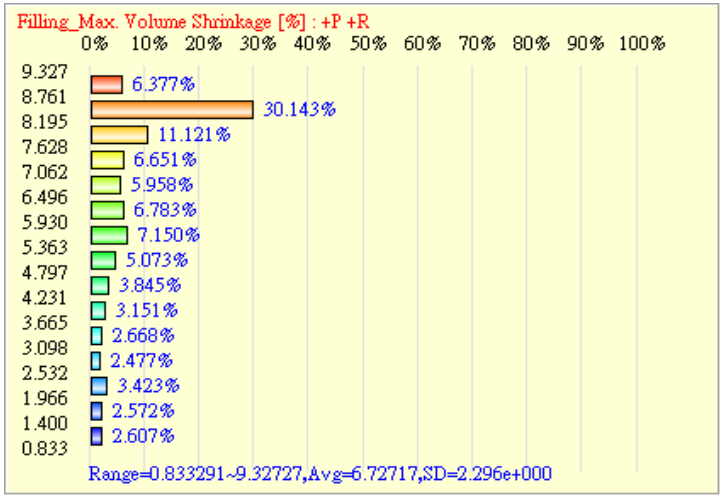


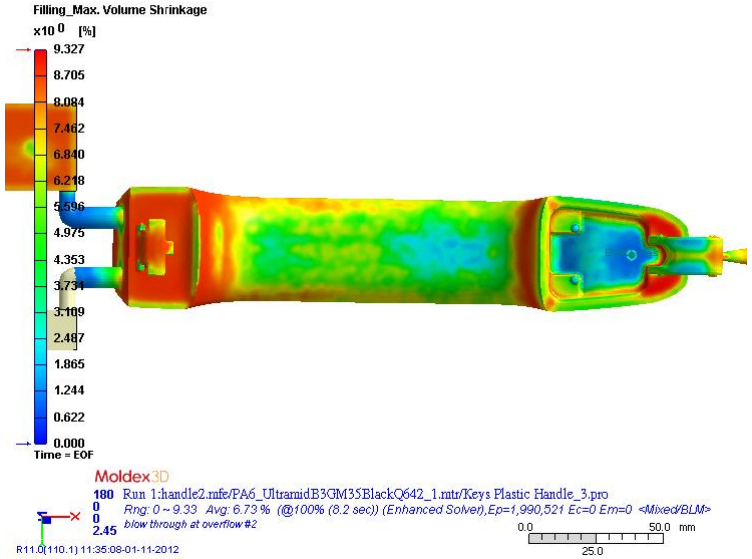


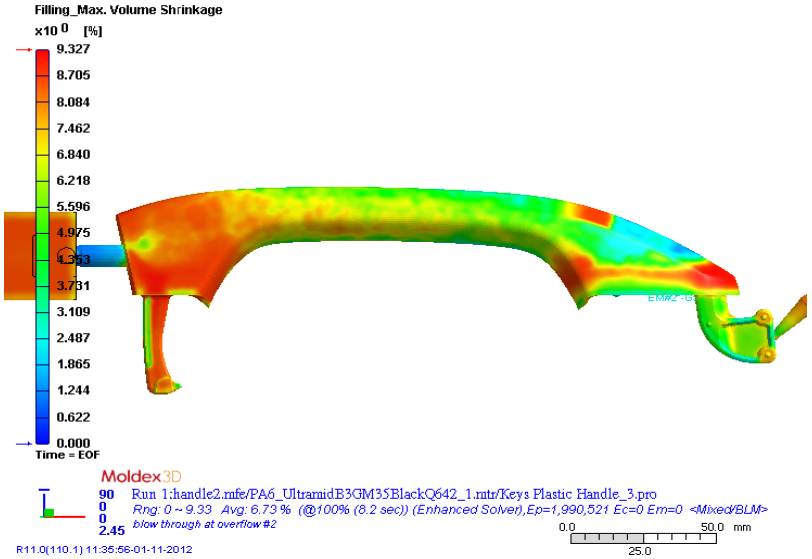


Max. volumetrische Schwindung



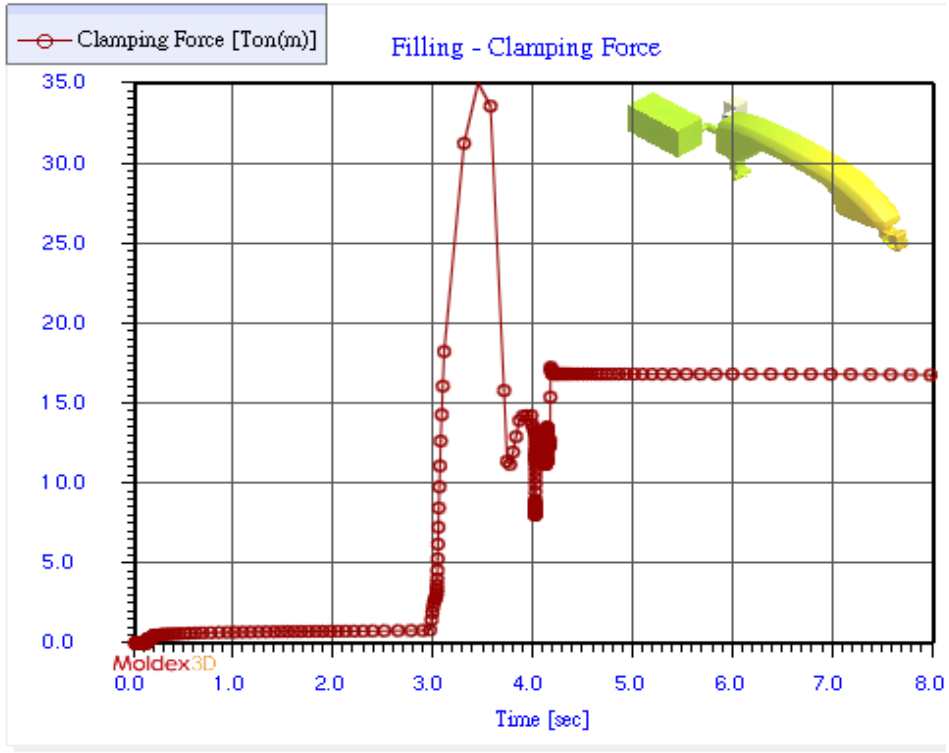




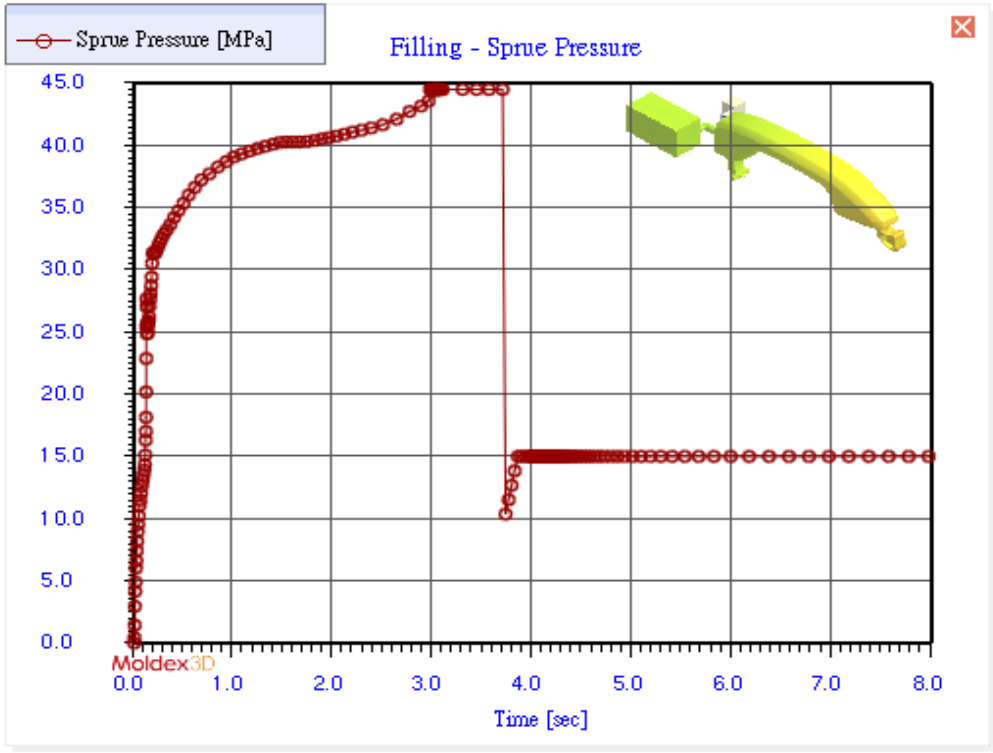


Druck und Schließkraft

Schließkraft



Spritzdruck



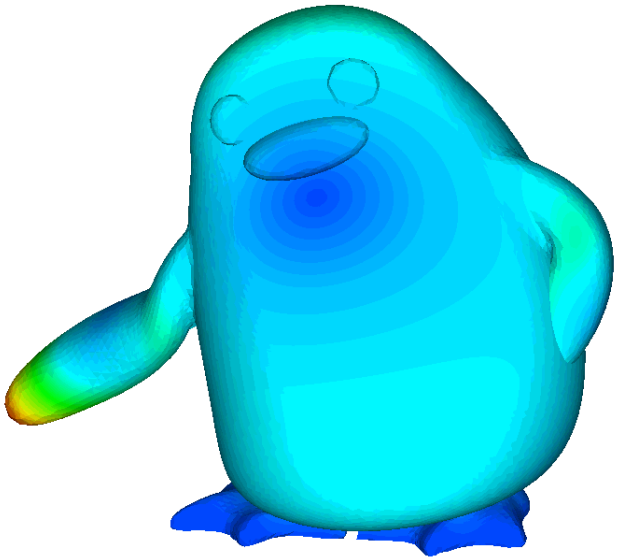
Zusammenfassung GID/WID

- Hauptzweck des GID / WID ist das Erzeugen eines Hohlraums um Materialkosten zu sparen, jedoch ist Dickenverteilung der der „hohlen“ Form schwer mit experimentellen Ergebnissen zu bestimmen.

- CAE Simulation kann systematisch die komplexen Veränderungen der Form untersuchen mittels einfacher Manipulation von Prozessparametern, Material, und Bauteilgeometrien.

- Die Vergleichsergebnisse zeigen, dass 3D-CAE-Werkzeuge eine vielversprechende Möglichkeit bieten, Prozesseigenschaften und Formenbaukonstruktionen für GIT / WID zu optimieren.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

SimpaTec GmbH
Steffen Paul
Wurmbenden 15
52070 Aachen

Hornbergstraße 39
70794 Filderstadt