

Seminar: Lesen von Simulationsergebnissen

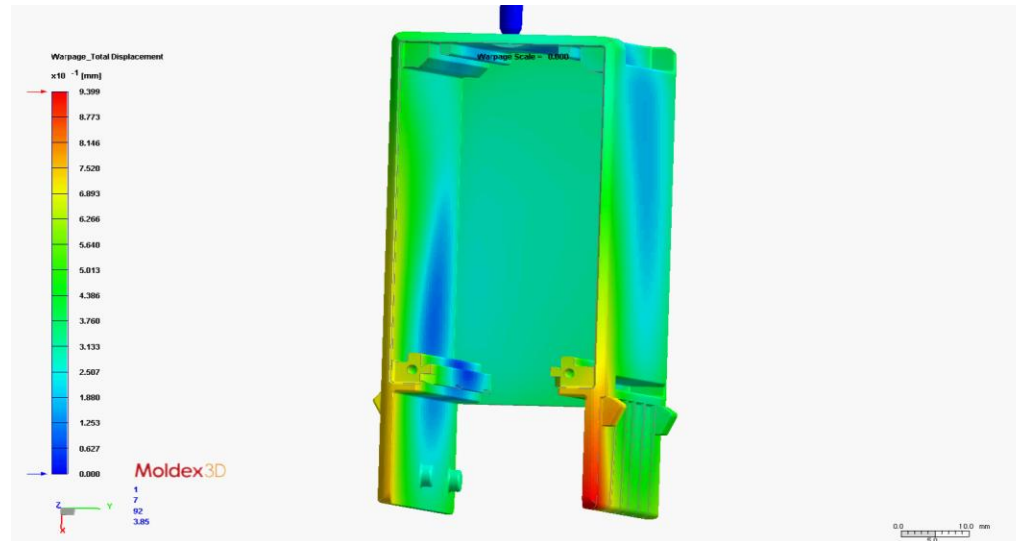
Einstieg in die Spritzgießsimulation



KUNSTSTOFF
INSTITUT
LÜDENSCHIED



- ▶ Mit Hilfe von Simulationsprogrammen (MOLDFLOW-Analysen) können Optimierungspotentiale bei Formteilen und Werkzeugen schnell und effizient schon während der Entwicklungsphase aufgezeigt werden. Hierdurch werden Musterungsphasen verkürzt, Werkzeug-änderungskosten minimiert und die Formteilqualität sowie die Zykluszeit optimiert.



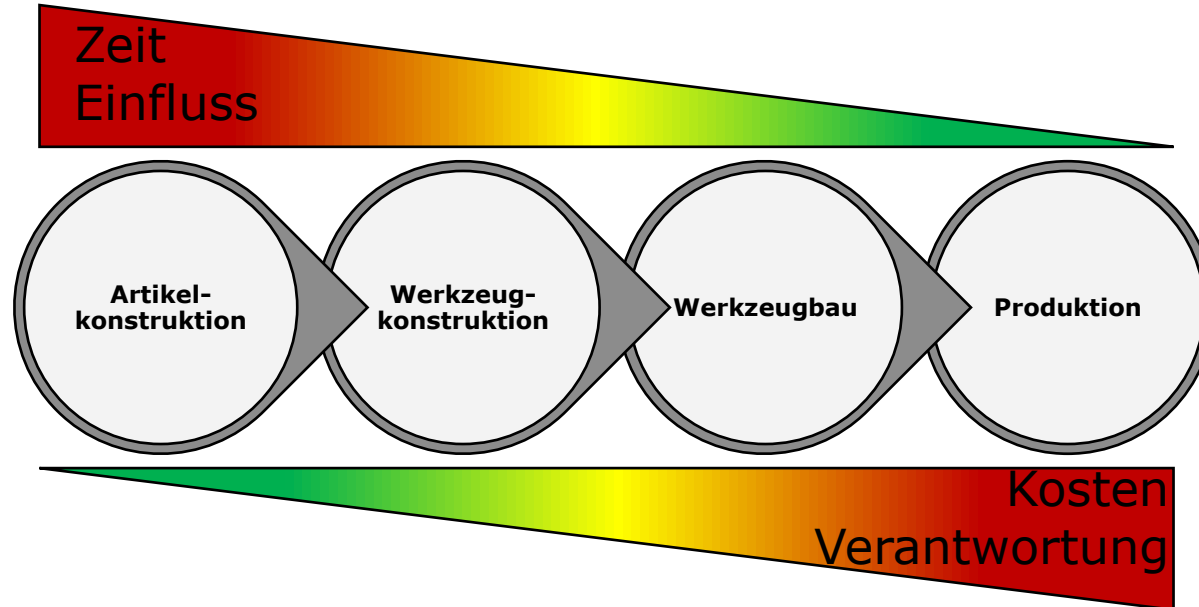
Das Kunststoff-Institut Lüdenschied begleitet seine Auftraggeber bei:

- ▶ der Optimierung der Formteilgeometrie hinsichtlich Bindenahtlagen, Entlüftungsproblemen, Verzugsproblemen und Bauteilfestigkeiten.
- ▶ der fließtechnischen bzw. thermischen Optimierung von Werkzeugen auf kürzeste Zykluszeiten (MOLDFLOW-Analysen).
- ▶ der mechanischen Werkzeuganalyse.
- ▶ Sonderverfahren (unter anderem Gasinjektion, Mehrkomponententechnik).

Softwarelösungen auf dem Markt:

- ▶ SIGMASOFT® - Virtual Molding (Thermoplast,...)
- ▶ Simcon - CADMOULD® - 3D-F Simulation
- ▶ AUTODESK® - Simulation Moldflow®
- ▶ SIMPATEC – Moldex 3D R2022

Einsparpotentiale durch Simulation?

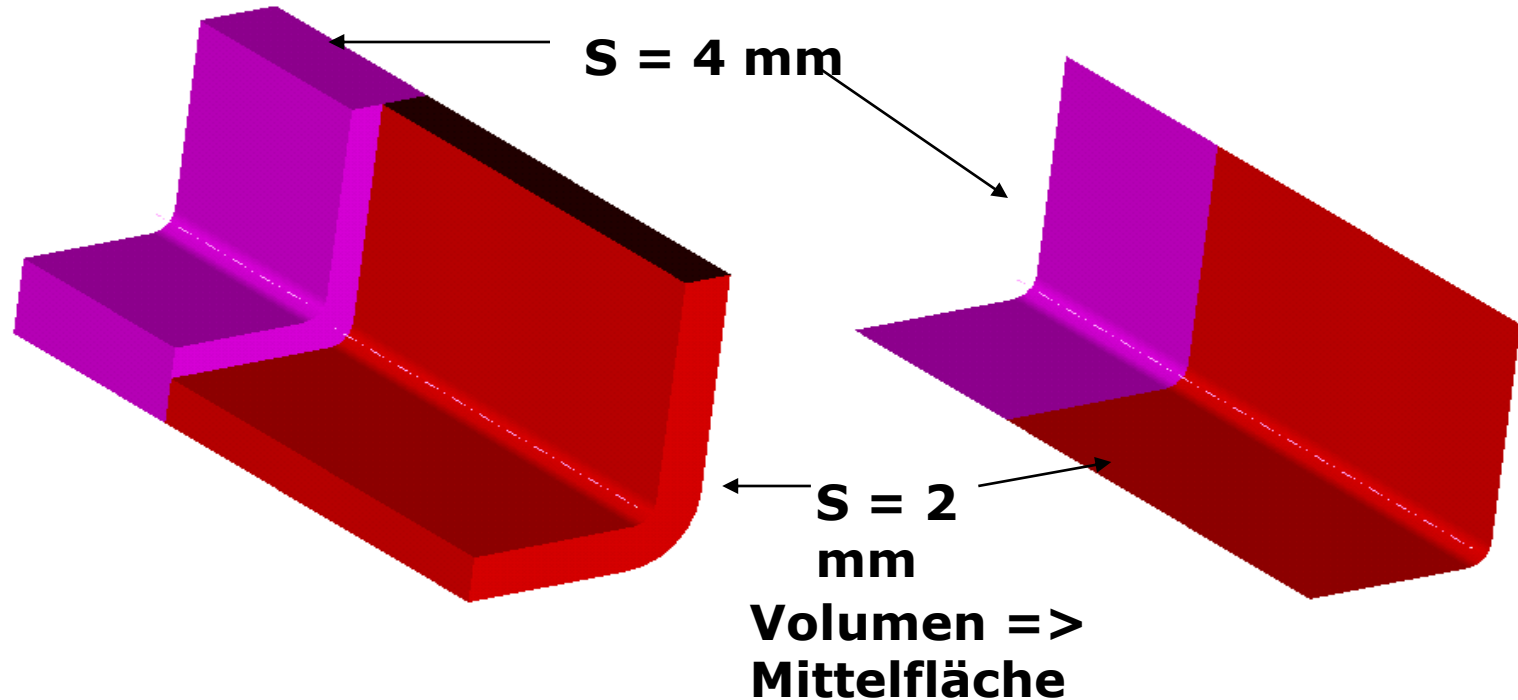


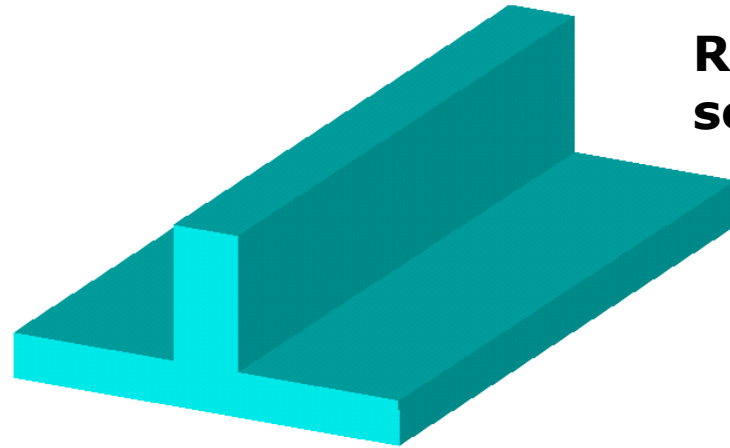
- ▶ Fehler und Probleme können im Vorfeld erkannt werden
 - Minimierung der Bearbeitungsschleifen des Werkzeugs
 - Bauteil- und Werkzeugqualität steigern
 - Einsparen von Ressourcen
 - Time-to-Market Verkürzung

- ▶ Investition innerhalb der Konstruktionsphase spart hohen Nachbearbeitungsaufwand

- ▶ CAD-Daten übernehmen
- ▶ Berechnungsmodell erstellen
- ▶ Modell vernetzen und optimieren
- ▶ Wanddicken kontrollieren
- ▶ Eingabe der Randbedingungen: Verfahrensparameter, Material
- ▶ Berechnung starten und Ergebnisinterpretation durchführen

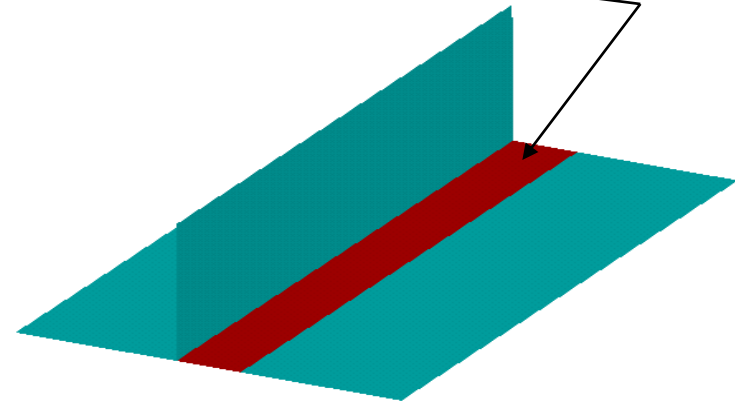
- ▶ Umwandlung der 3D CAD-Daten in ein Berechnungsmodell direkt im CAD-System
 - ▶ Einbringung von Vereinfachungen
 - Entfernen von Radien, Fasen und anderen Features
 - Anpassen von Wanddickensprüngen und Masseanhäufungen
 - eventuelle Vernachlässigung von Rippen, Domen, etc.



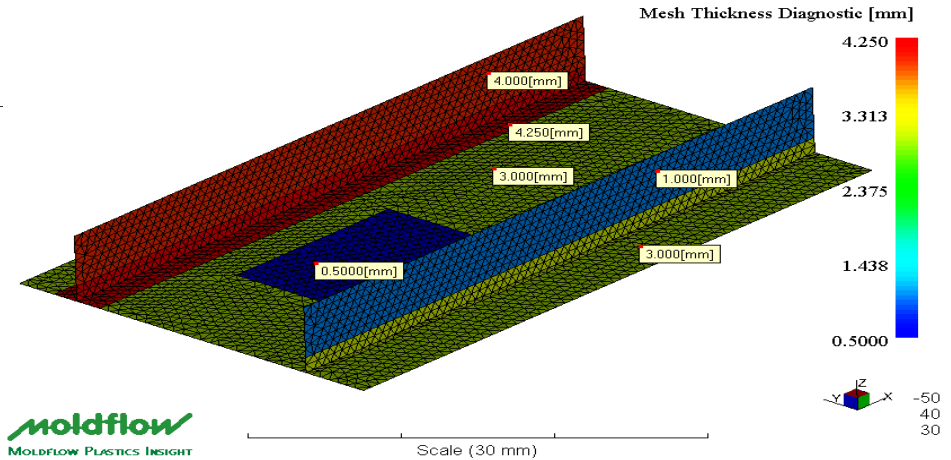
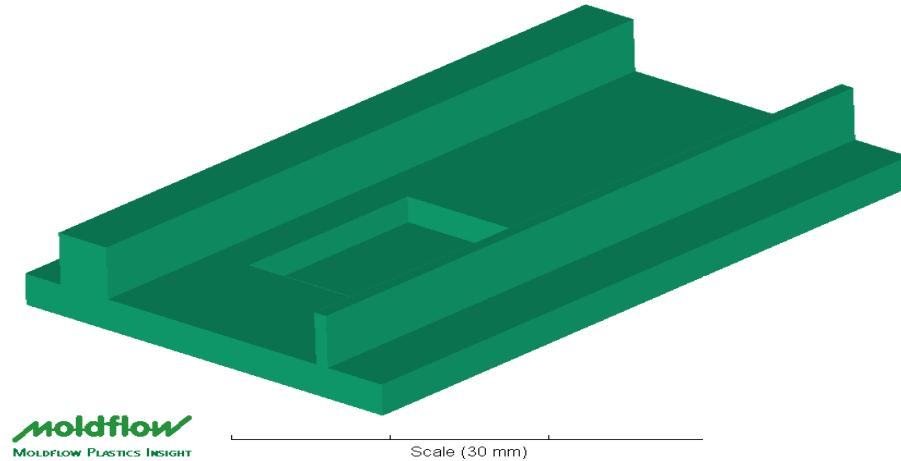


**Volumen =>
Mittelfläche**

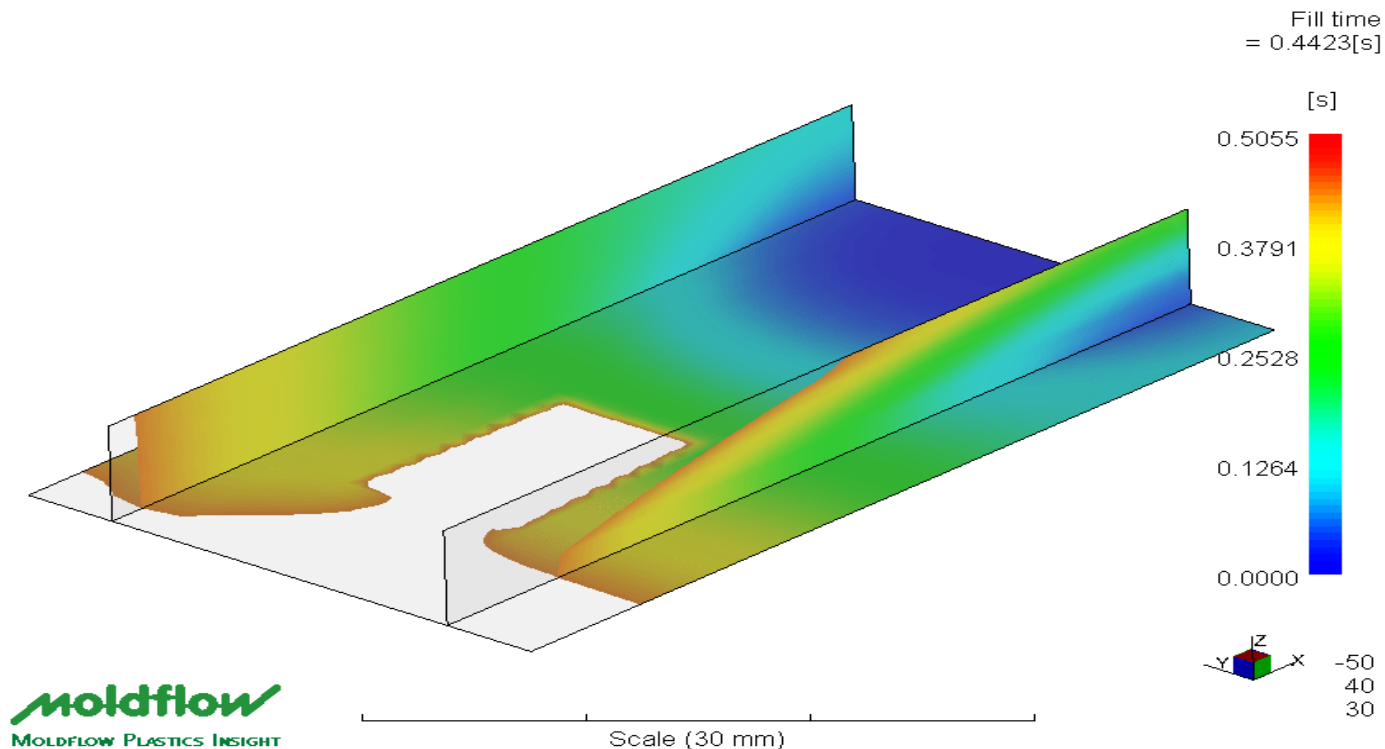
**Rote Fläche nachträglich
schließen**



Ältere Berechnungsmodelle: Beispiel: Platte



Ältere Berechnungsmodelle: Beispiel: Platte



► Vorteile:

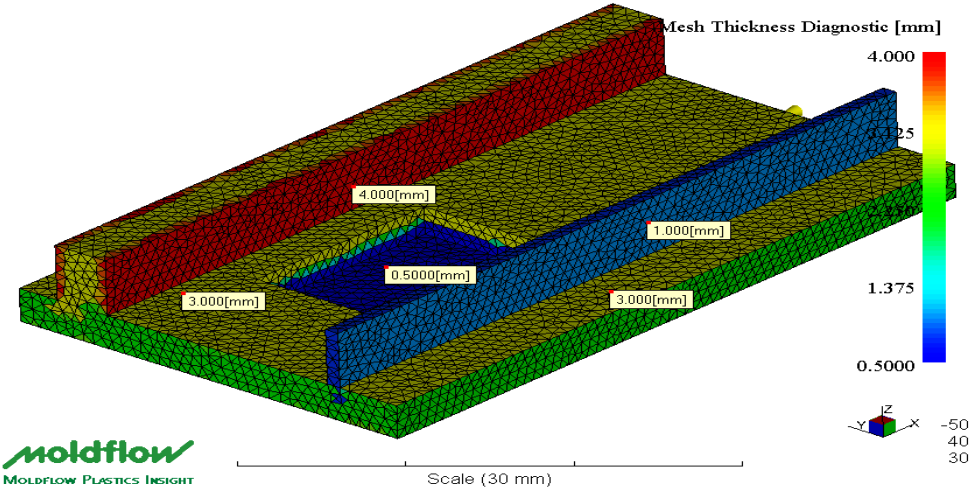
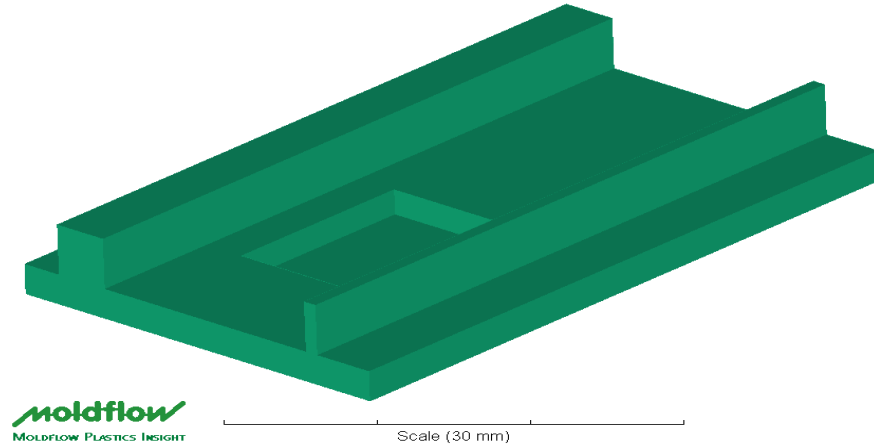
- Schnelle Berechnungszeiten
- Schnelle Wanddickenänderungen
- Schnelles Einbringen von Geometrieänderungen (z.B. Rippen hinzufügen oder entfernen)

► Nachteile:

- **Bei komplexen Geometrien hoher Zeitaufwand zur Erstellung des Berechnungsmodells**
- Durch Anpassen von Wanddickensprüngen und Masseanhäufungen kann es zu Berechnungsungenauigkeiten kommen
- Bauteile mit großen Masseanhäufungen nur bedingt berechenbar

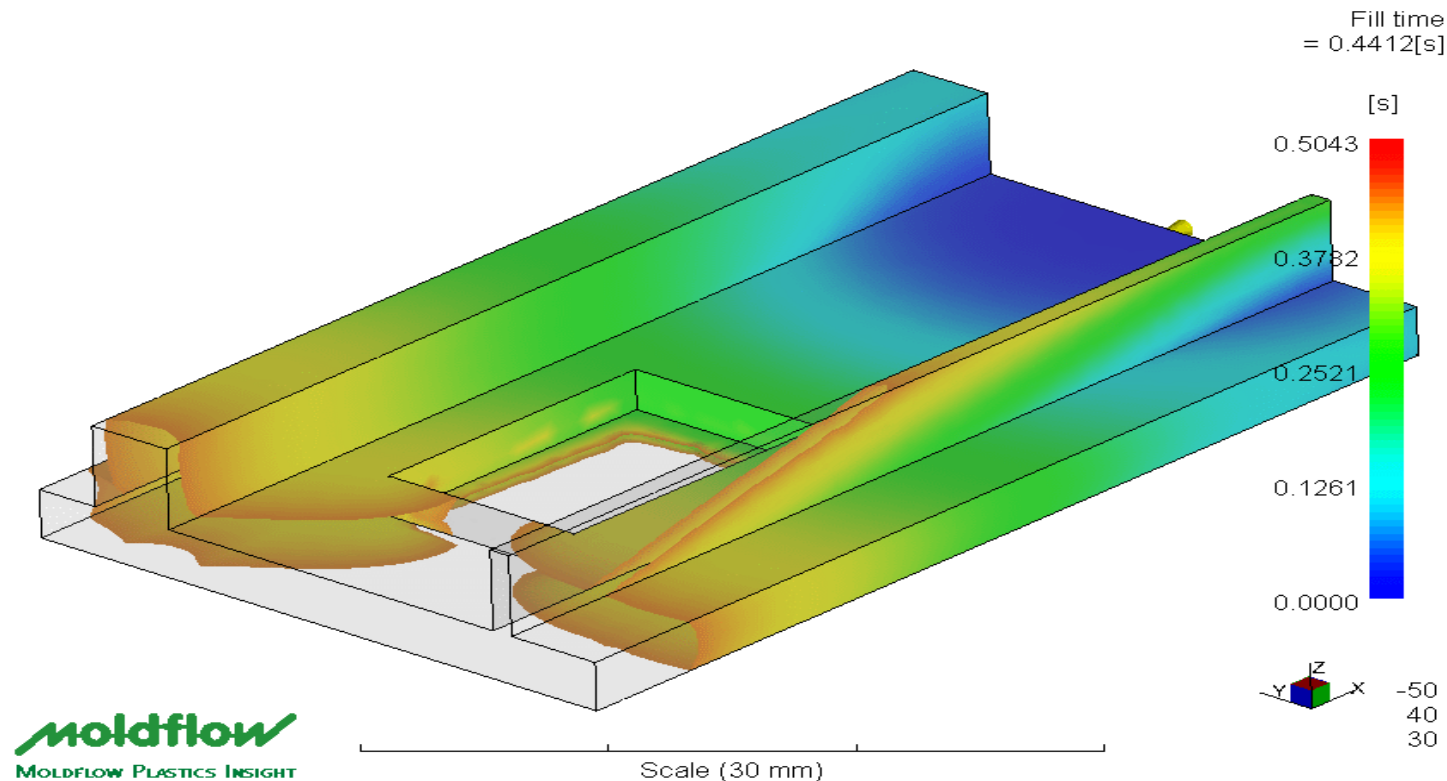
Ältere Berechnungsmodelle: Oberflächenmodell

Beispiel: Platte



Ältere Berechnungsmodelle: Oberflächenmodell

Beispiel: Platte



► Vorteile:

- Relativ schnelle Erzeugung des Berechnungsmodells
- Relativ schnelle Berechnungszeiten
- Schnelle Wanddickenänderungen
- Es können Geometrieänderungen vorgenommen werden (z. B. Rippen hinzufügen oder entfernen)

► Nachteile:

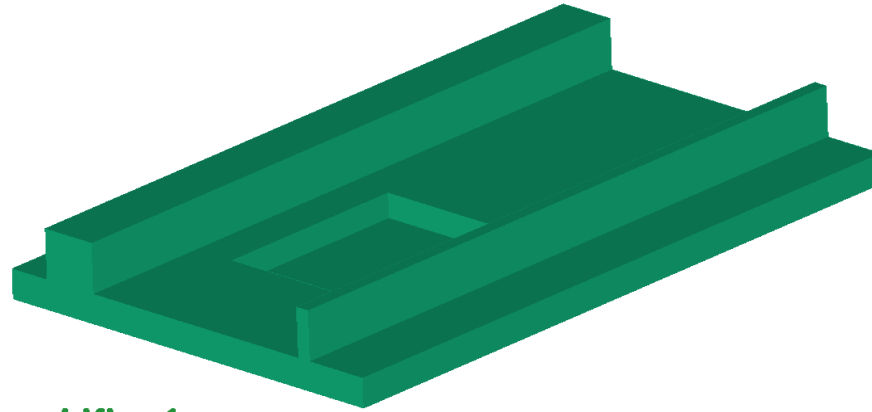
- **Durch das Fusionmodell kann es bei Wanddickensprüngen und Masseanhäufungen zu Berechnungsungenauigkeiten kommen**
- **Bei komplexen Geometrien ist das Erkennen von Lufteinschlüssen und Bindenähten z. T. nicht mehr gegeben**
- Bauteile mit großen Masseanhäufungen nur bedingt berechenbar

- ▶ Umwandlung der 3D CAD-Daten in ein Berechnungsmodell

Erzeugung des Modells

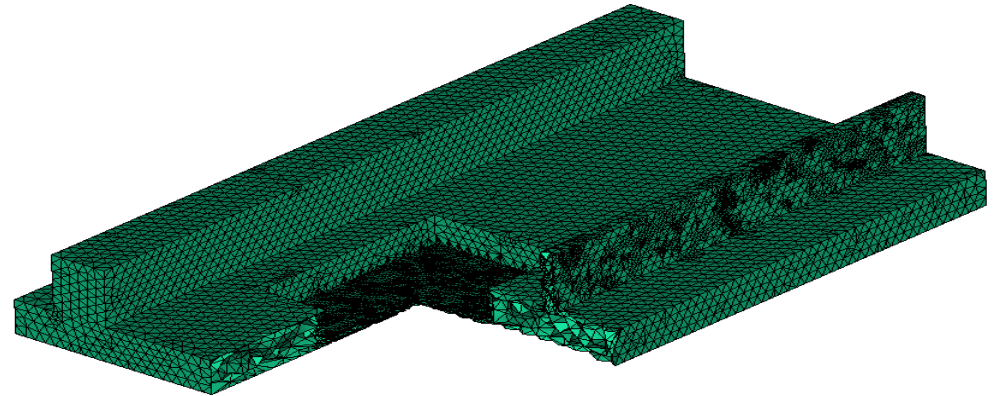
- 2D Oberflächennetz kontrollieren/nacharbeiten
- Erzeugung des 3D-Modells

Beispiel Platte - Moldflow



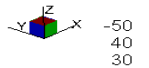
moldflow
MOLDFLOW PLASTICS INSIGHT

Scale (30 mm)

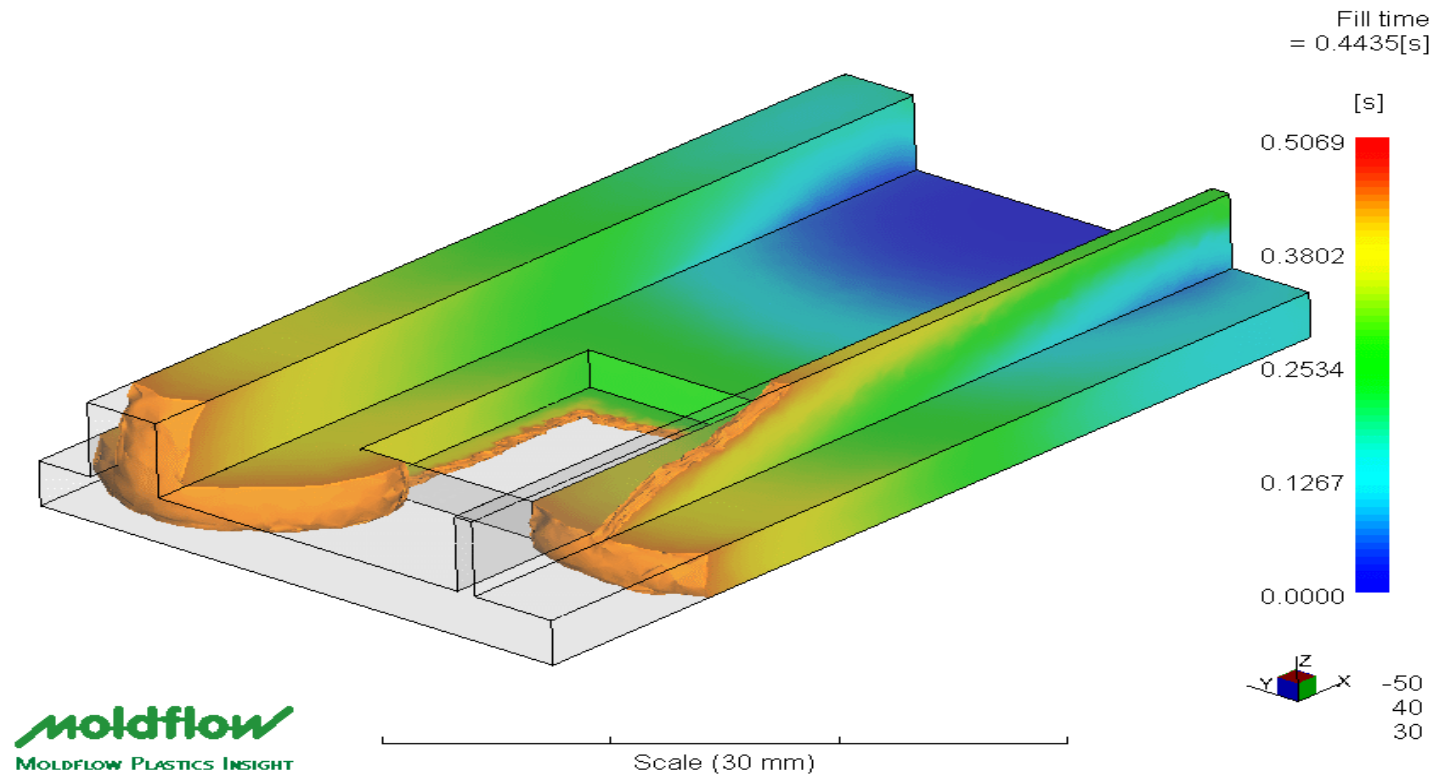


moldflow
MOLDFLOW PLASTICS INSIGHT

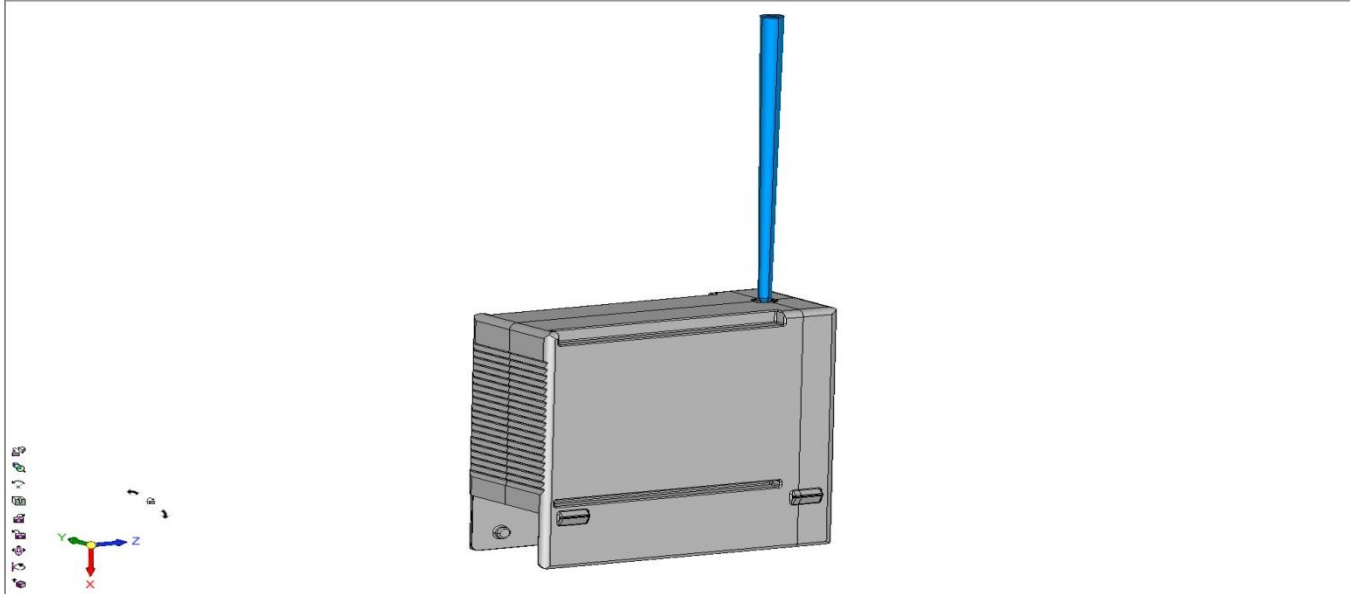
Scale (30 mm)



Beispiel Platte - Moldflow

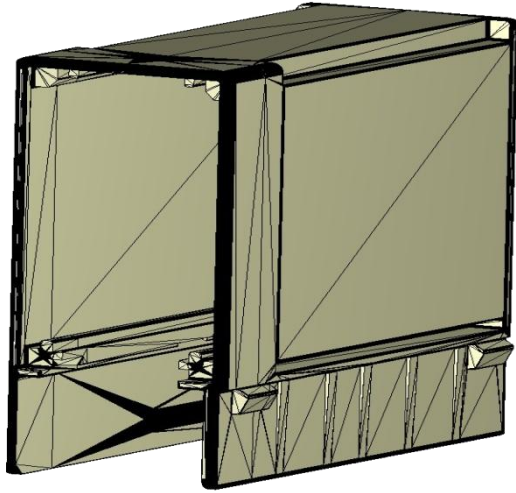


- ▶ Übernahme der 3D CAD Daten
 - z.B. AutoCAD, CIMATRON, CATIA, Inventor, NX, Pro/ENGINEER

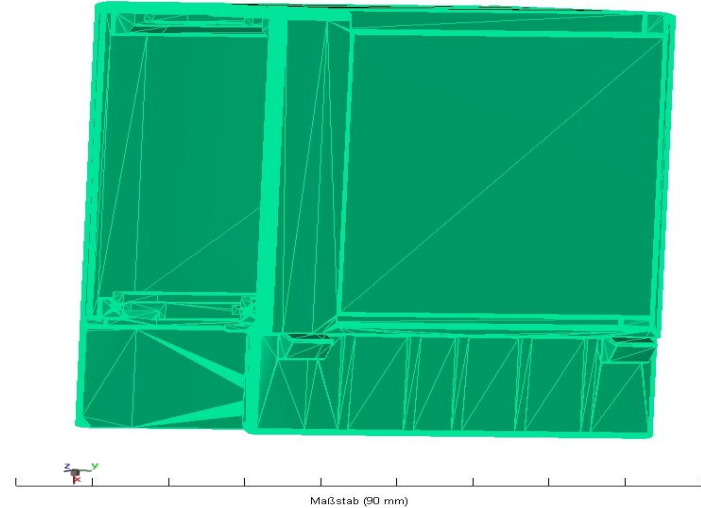


- ▶ Unterschiedliche Vorgehensweise bei der weiteren Datenaufbereitung
 - Die Datenaufbereitung kann je nach Softwarehersteller unterschiedlich ausfallen
 - Autodesk Moldflow:
 - CAD Daten übernehmen (STL, STEP, Parasolid x.T)
 - Formteil, Anguss (Werkzeuginserts,...) vernetzen (2D-Oberflächennetz)
 - Netzreparatur des 2D – Netzes (Offene Kanten, Überlappungen, Seitenverhältnis der Dreiecke)
 - Formteil, Anguss 3D vernetzen
 - Netzreparatur des 3D Netzes
 - Heißkanal & Temperierlayout einbinden (z.B. Linienzüge)
 - Anspritzpunkt(e) setzen
 - Verfahrensparameter einbinden
 - Berechnung

- Übernahme durch Step, IGES, STL, Parasolid x.T

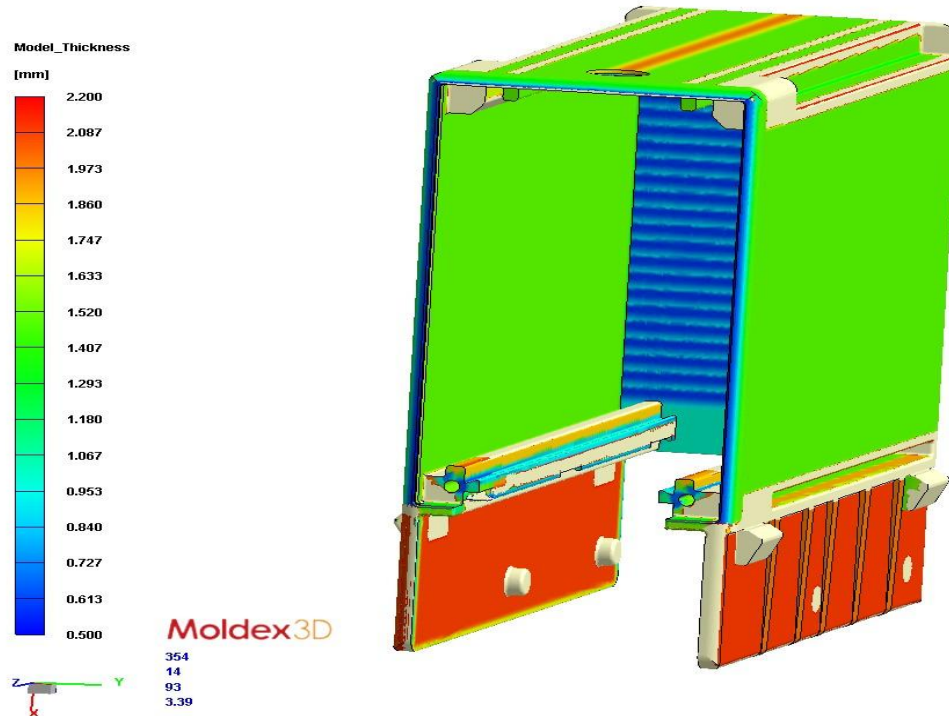


Import STL Datei in
Simpatec Moldex 3D

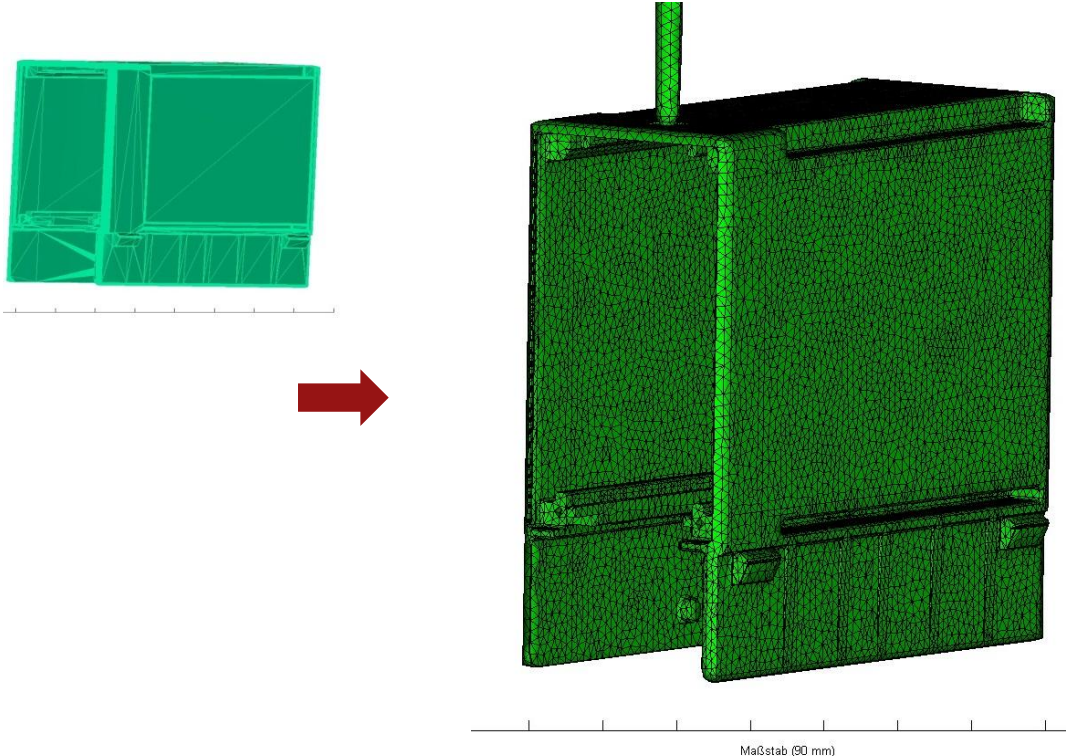


Import STL Datei in
Autodesk Moldflow

► Betrachtung der Wandstärken



► Oberflächenvernetzung (Triangulation)



Netz erstellen F2 ...

Der Netzgenerator versucht, ein geeignetes Netz für die geplante Analyse zu erstellen. Stellen Sie die Vernetzungsparameter mit den folgenden Optionen ein.

☐ Bereits vernetzte Teile des Modells neu vernetzen

☐ Netz in aktiven Layer legen

Hilfe

Jetzt vernetzen Job-Manager Abbrechen

Allgemein

☐ * Begrenzung für Neuvernetzung Vorschau

Globale Kantenlänge: 2.30 mm

* Toleranz beim Zusammenführen: 0.10 mm

☒ * Netz anpassen

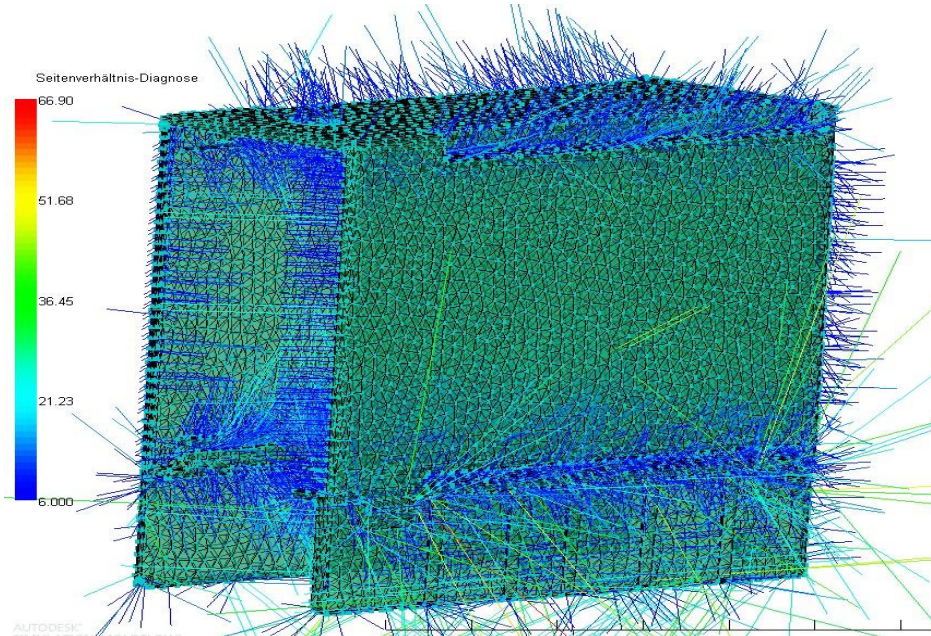
☒ Dicke für Dual Domain-Netze berechnen

☐ Weitere Verfeinerung nahe den Anschnitten anwenden

Relative Kantenlänge: 20.0 %

Standardwerte speichern Standardwerte verwenden

► Oberflächenvernetzung - Seitenverhältnis

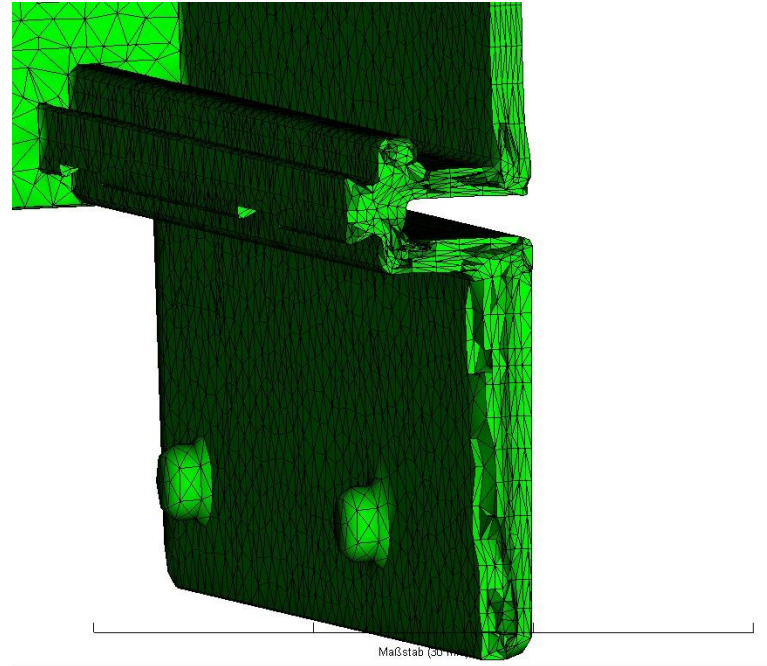


Schlechte Vernetzung



Manuell optimierte Vernetzung

► 3D Volumennetz



- ▶ Anspritzpunktbestimmung
- ▶ Material aus Materialdatenbank wählen
- ▶ Prozessparametereingabe
 - Einspritzzeit
 - Schmelze-/ Massetemperatur
 - Werkzeugtemperatur (*1)
 - Nachdruckprofil
 - Nach % Fülldruck
 - Nach eingestelltem Maschinen-
druck (spezifisch)
- ▶ (*1) ohne Temperierlayout wird das gesamte Werkzeug mit der eingestellten Werkzeugtemperatur berechnet. Hotspots, Verzug, etc. können vom späteren Werkzeug abweichen!

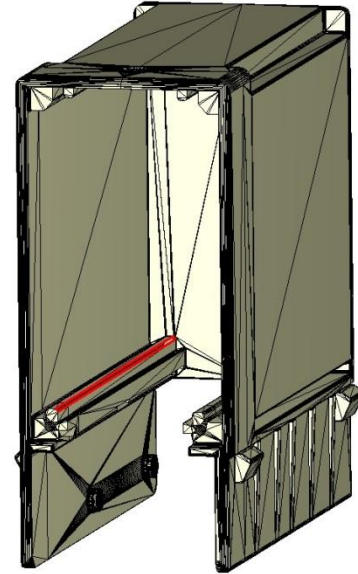
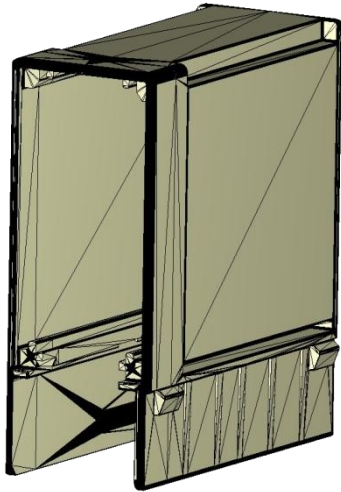


- ▶ Unterschiedliche Vorgehensweise bei der weiteren Datenaufbereitung
 - Die Datenaufbereitung kann je nach Softwarehersteller unterschiedlich ausfallen
 - Simpatec Moldex 3D:
 - CAD Daten übernehmen (STL, STEP, Parasolid x.T,)
 - Netzreparatur des CAD Modells
 - Anspritzpunkt(e) setzen (manuell / automatisch)
 - Heißkanal & Temperierlayout einbinden (z.B. Linienzüge)
 - Moldbase (Außenmaße Werkzeug) erstellen
 - Formteil, Anguss 3D vernetzen
 - Verfahrensparameter einbinden
 - Berechnung

► Datenaufbereitung (Moldex edesigner)

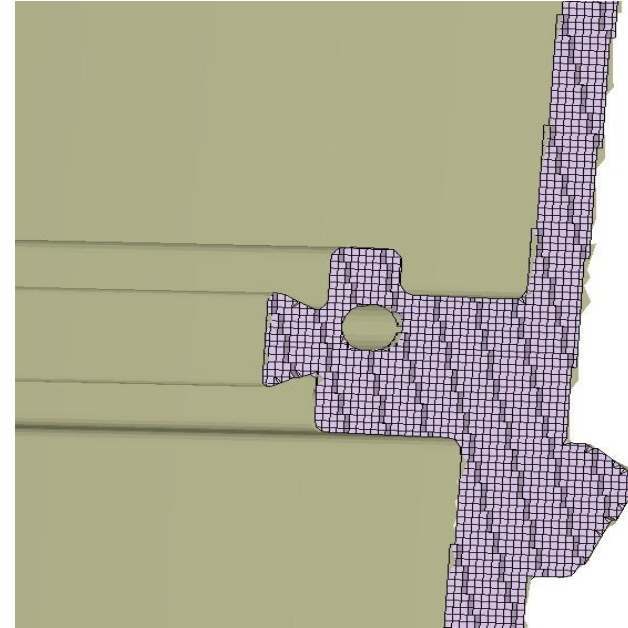
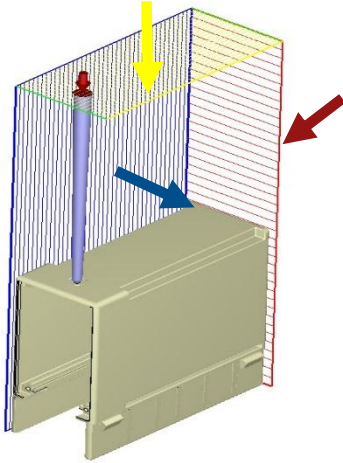
Perspektive

□ Gully



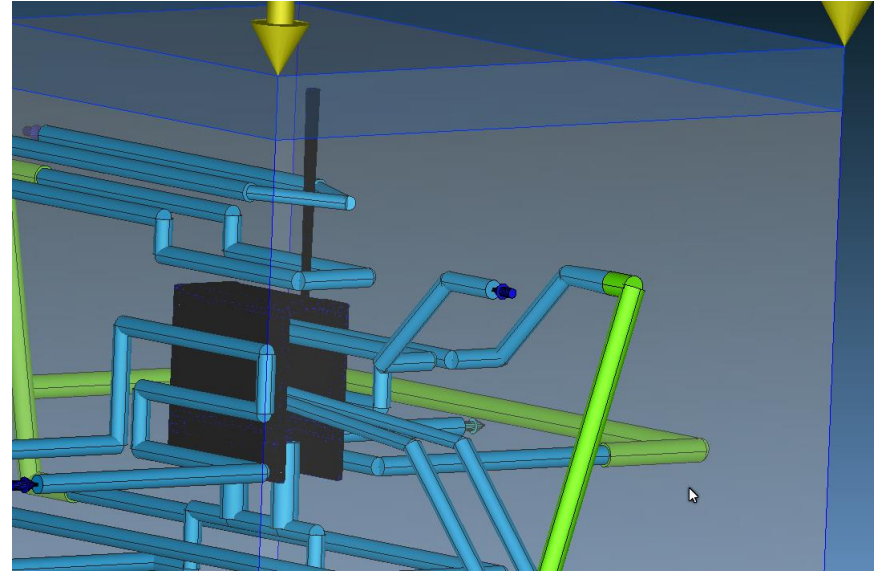
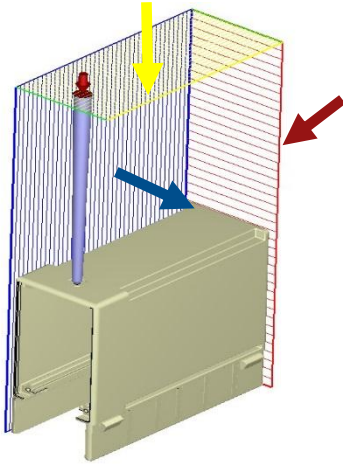
Datenreparatur am STL Modell
(z.B. offene/fehlende Flächen)

- ▶ 3D Netzerstellung Moldex 3D edesign
 - Voxeln (Eierschneiderprinzip)



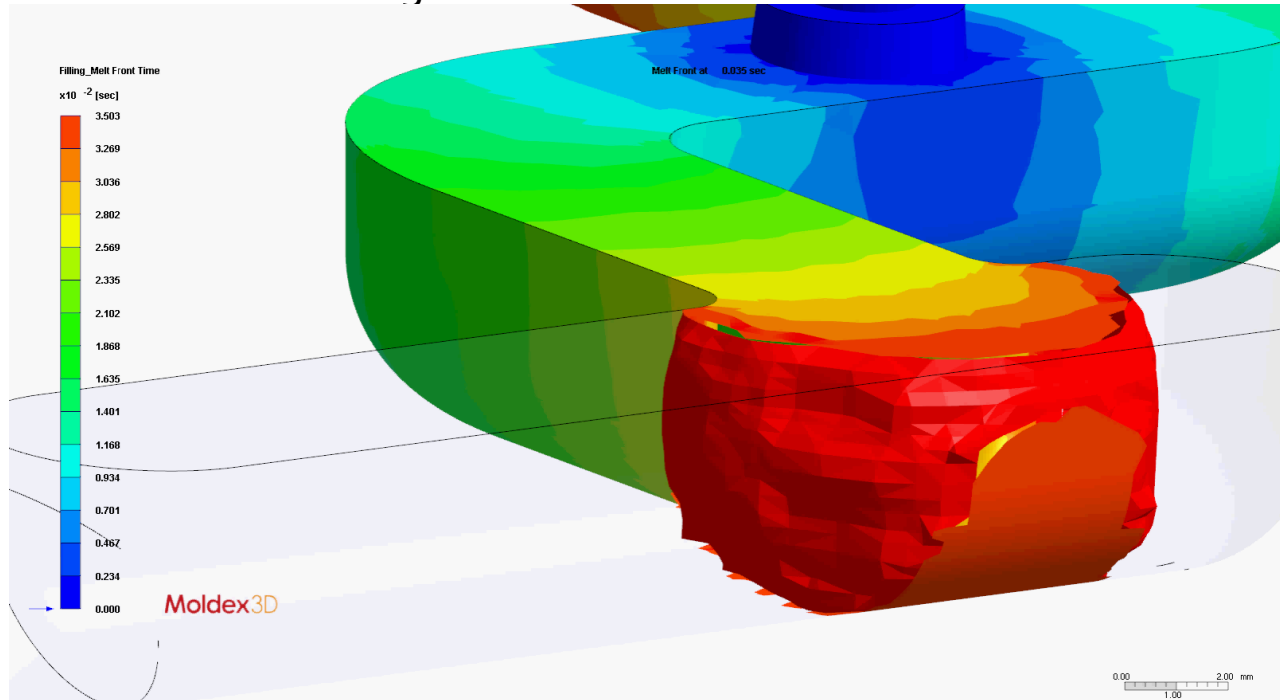
Vorteil: Sehr schnelle Vernetzung
Hohe Genauigkeit bei der Füllsimulation

- ▶ 3D Netzerstellung Moldex 3D edesign
 - Voxeln (Eierschneiderprinzip)

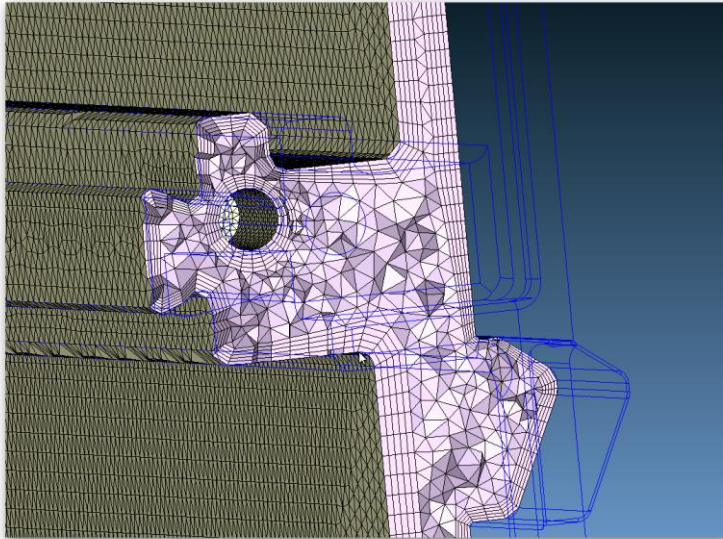


Nachteil: Keine 3D-Werkzeugvolumen
Genauigkeit der Thermik und Verzugsberechnungen
kann im BLM-Netz (folgt) erheblich verbessert werden.

► 3D Netz Moldex 3D edesign - Fließverhalten



- ▶ 3D Netzerstellung Moldex 3D
 - BLM Netz (Boundary Layer Mesh)



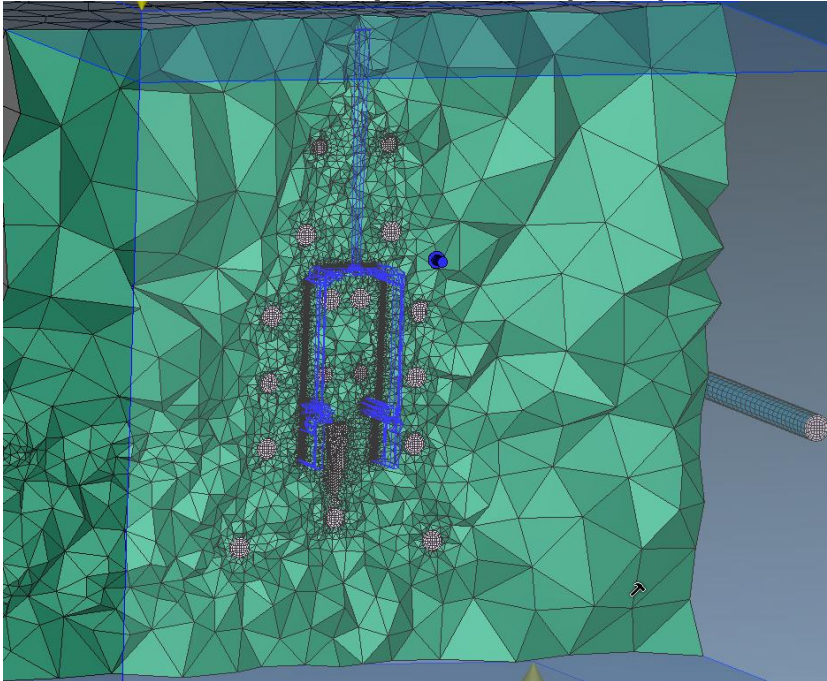
Vorteil:

- Hohe Genauigkeit bei der Füllsimulation, Thermik, Schwindung & Verzugsberechnung
- Werkzeugkonzept komplett vernetzt.
- Hohe Detaillierung der Scherbereiche möglich.

Nachteil:

- Höherer Bearbeitungsaufwand

- ▶ 3D Netzerstellung Moldex 3D
 - BLM Netz (Boundary Layer Mesh)



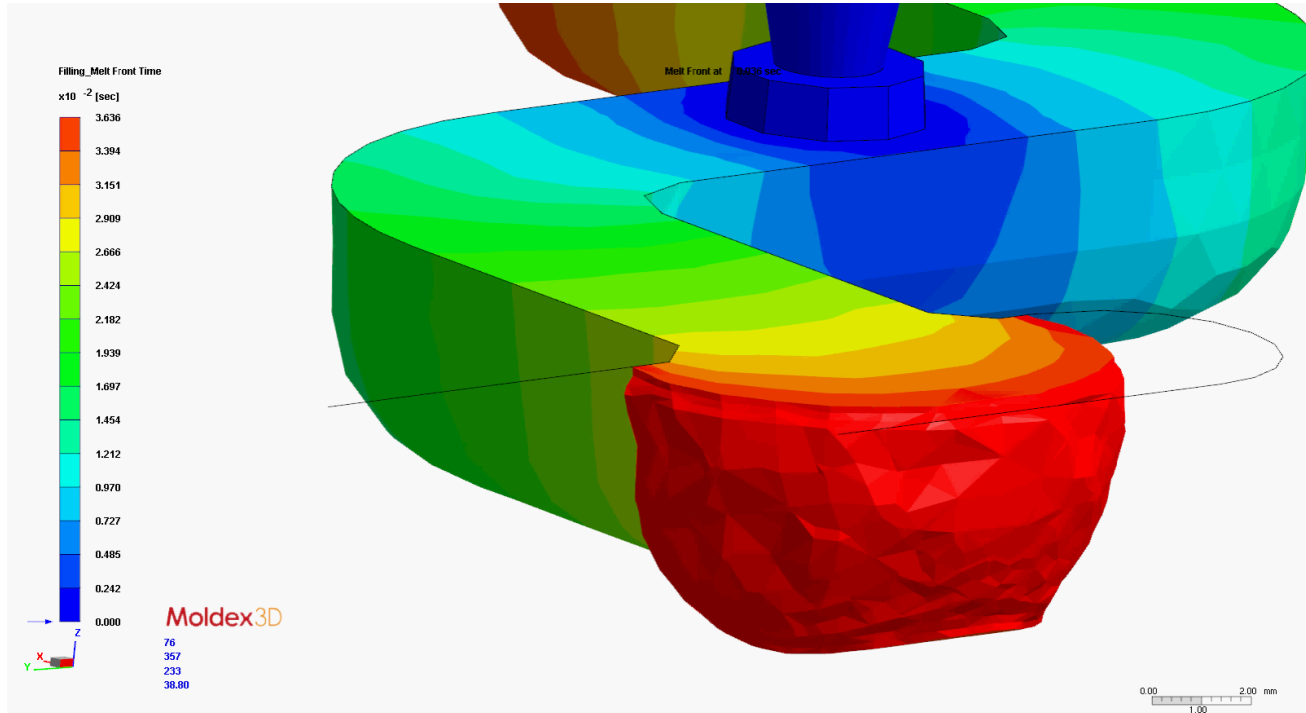
Vorteil:

- Hohe Genauigkeit bei der Füllsimulation, Thermik, Schwindung & Verzugsberechnung
- Werkzeugkonzept komplett vernetzt.
- Hohe Detaillierung der Scherbereiche möglich.

Nachteil:

- Höherer Bearbeitungsaufwand

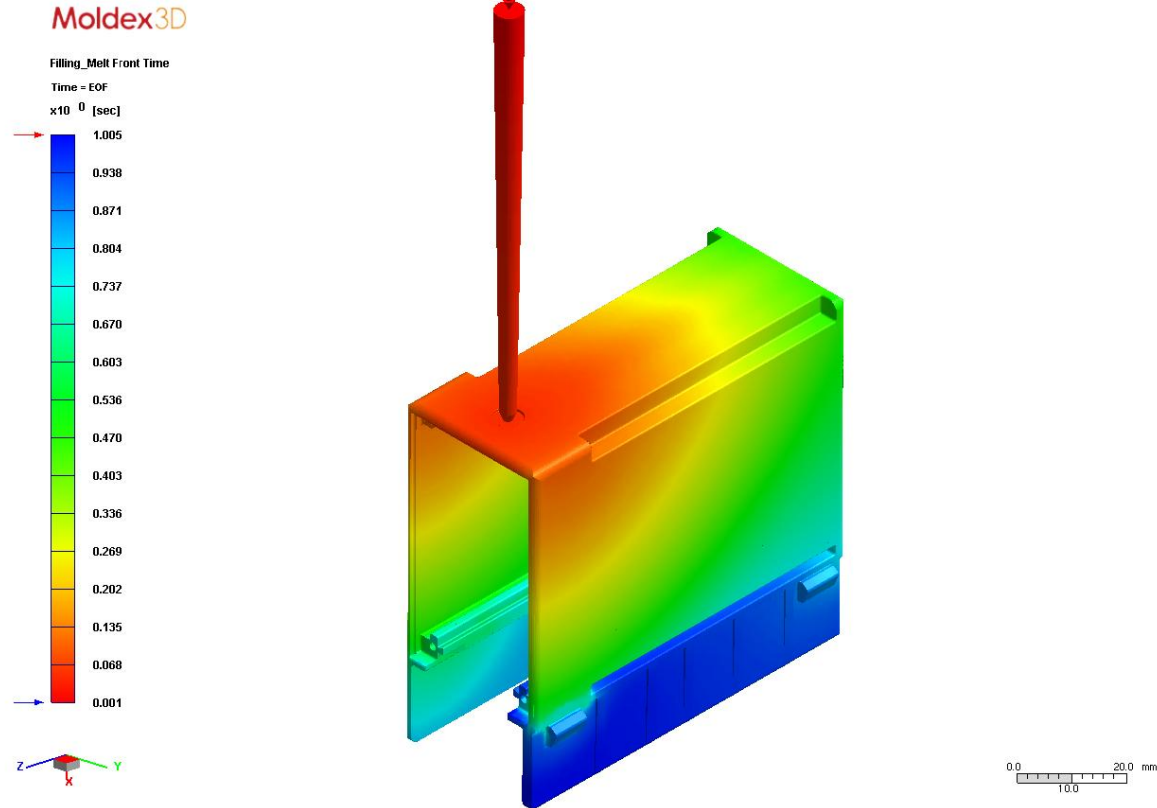
► 3D Netz Moldex 3D BLM - Fließverhalten



Bei der rheologischen Berechnung wird die Schmelzefüllung der Kavität simuliert.
Folgende Punkte können durch die rheologische Berechnung ermittelt werden:

- ▶ Füllbildverlauf
- ▶ Festlegen der optimalen Lage und Anzahl der Anschnittpunkte
- ▶ Erkennen von Bindenähten und Lufteinschlüssen sowie der zuletzt gefüllten Artikelbereiche für eine optimale Werkzeugentlüftung
- ▶ Waddickenoptimierung
- ▶ Berechnung des Druckverlaufs
- ▶ Schließkraftberechnung
- ▶ Ermittlung des Formteilmolumens sowie der projizierten Fläche
- ▶ Durchführen von Angussbalancierung
- ▶ Aussage über die Schmelzebeanspruchung
- ▶ Berechnung der Schmelzetemperaturen
- ▶ Erkennen von Einfriereffekten
- ▶ Vergleich von unterschiedlichen Materialien
- ▶ Berechnung der Faserorientierung
- ▶ Berechnung von Kernversatz

► Füllbildverlauf



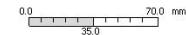
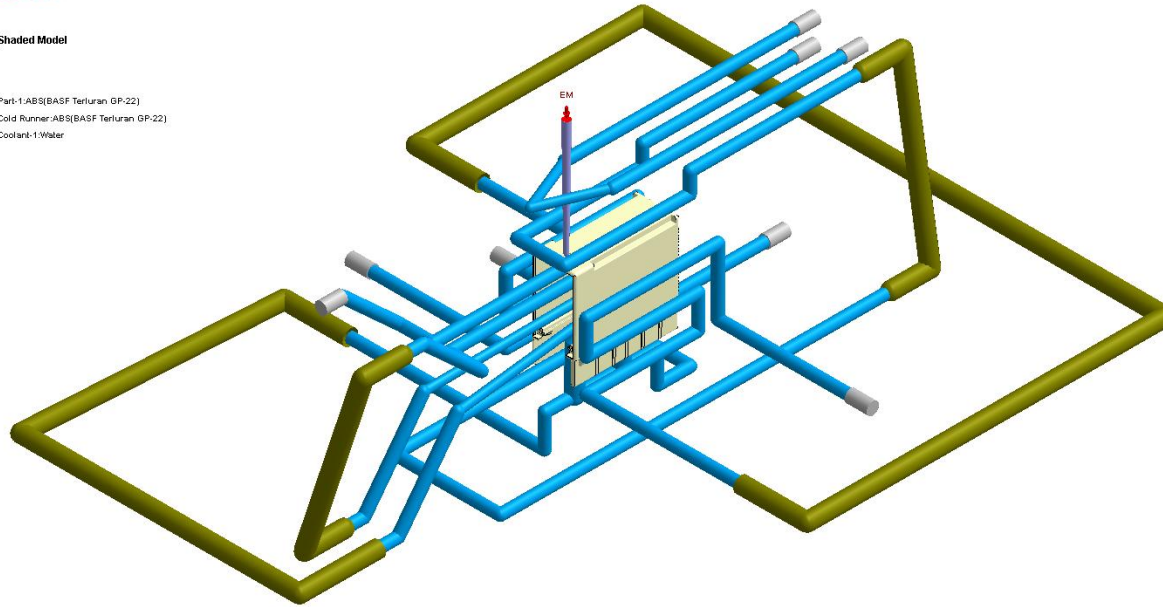
Ziele und Vorteile einer rheologischen Werkzeugauslegung

- ▶ Erkennen bzw. Vermeidung von Fehlern in der Konstruktionsphase
- ▶ Reduzierung von Werkzeugänderungen
- ▶ Einsparung von Abmusterungen
- ▶ Einsparung von Materialkosten durch Waddickenoptimierungen
- ▶ Verkürzung der Entwicklungs- und Musterungsphase
- ▶ Höhere Planungssicherheit
- ▶ Diskussionsgrundlage für Entscheidungen
- ▶ Kostensenkung
- ▶ Erhöhung der Produktqualität

Temperierlayout

Moldex3D

Model_Shaded Model



Ziele und Vorteile einer thermischen Werkzeugauslegung

- Reduzierung von Zykluszeiten durch Vermeidung von Temperaturspitzen
- gleichmäßige Oberflächentemperaturen
- Verbesserung der Oberflächeneigenschaften
- Minimierung des Formteilverzuges durch gleichmäßige Schwindung und gezielte Temperierung
- Erhöhung der Maßhaltigkeit

- Aufbauend auf den Ergebnissen der Füll-, Nachdruck- und Kühlberechnung wird das Schwindungs- und Verzugsverhalten des Bauteiles simuliert. Somit können alle Einflussgrößen auf das Gesamtergebnis berücksichtigt werden. Folgende Punkte können durch die Schwindungs- und Verzugsberechnung ermittelt werden:
 - Tendenzieller Gesamtverzug des Bauteils
 - Thermischer Verzugsanteil
 - Verzug durch die Faserorientierung
 - Endgültige volumetrische Schwindung
 - Innere Bauteilspannungen

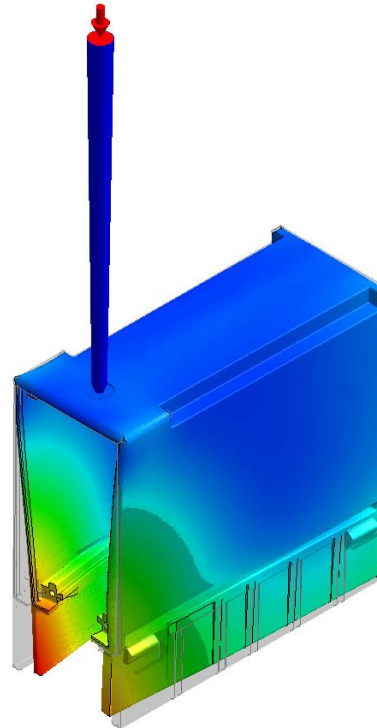
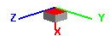
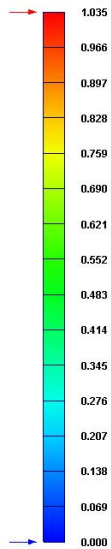
► Schwindungs- und Verzugsberechnung

► Gesamtverzug (5fach skaliert)

Moldex3D

Warpage_Total Displacement

$\times 10^0$ [mm]



Somit muss der sinnvolle Einsatz und die Einschätzung der Berechnungsgenauigkeit einer Schwindungs- und Verzugssimulation durch die Erfahrung des Anwenders gestützt werden.

- Ziele und Vorteile einer Schwindungs- und Verzugsberechnung:
- Tendenzielle Verformungsrichtung
- Bestimmung der Haupteinflussgrößen auf den Verzug
- Lösungsansätze zur Verzugsminimierung (Vorbombierung)
- Reduzierung von Entwicklungszeiten
- Erwerb zusätzlicher Kenntnisse bezüglich des Schwindungs- und Verzugsverhaltens von Spritzgießformteilen
- Reduzierung von Nacharbeit an Spritzgießwerkzeugen
- Vermeidung von nachträglichen Materialänderungen
- Höhere Kundenzufriedenheit

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Sebastian Daute
+49 (0) 23 51.10 64-171
daute@kimw.de

Kunststoff-Institut Lüdenscheid
Karolinenstraße 8
58507 Lüdenscheid
www.kimw.de