



Konturnahe Temperierung auf dem Vormarsch



CONTURA[®]
MOLD TEMPERATURE CONTROL

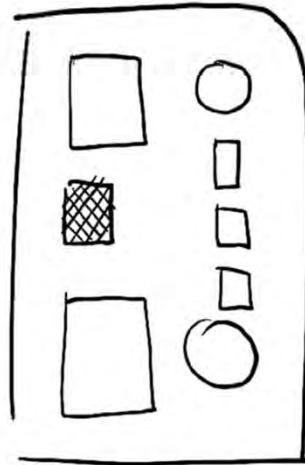
Konturnahe Temperierung als Schlüssel
für effizienteres, nachhaltigeres
SPRITZGIEßEN

DAS IST CONTURA:

- Mittelständiges Unternehmen
- Sitz in Menden Sauerland
- Gegründet 2003
- 30 Mitarbeiter
- Prozessoptimierung / Temperieraufgaben
- Rund 420 Projekte mit 5800 Formeinsätzen im Jahr

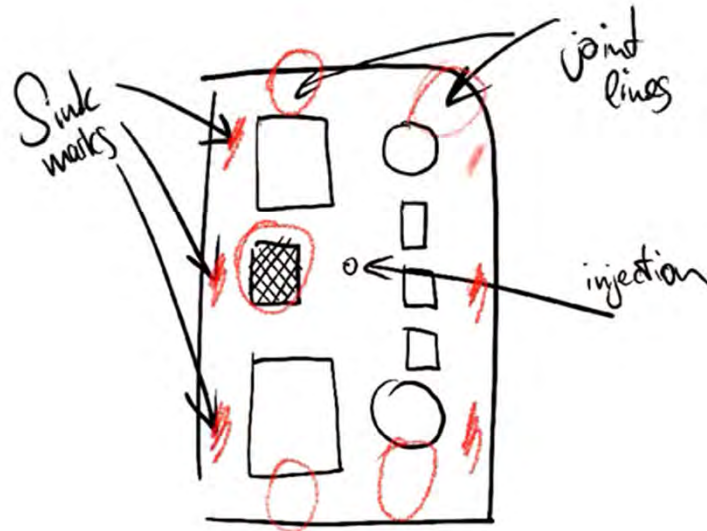


UNSERE LEISTUNG



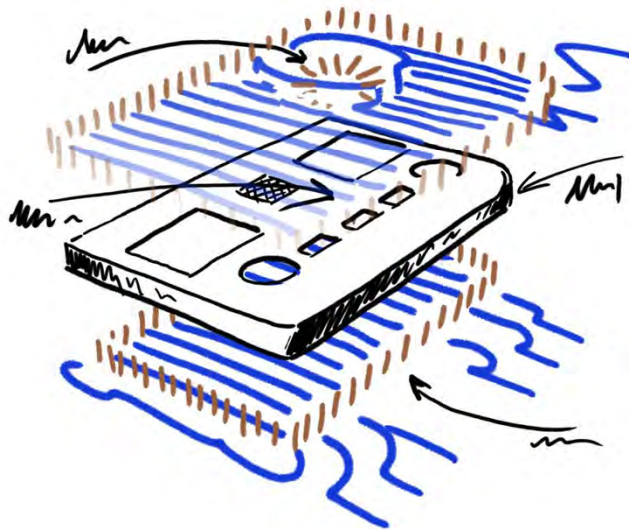
Ausgehend von Ihrer Produktidee...

UNSERE LEISTUNG



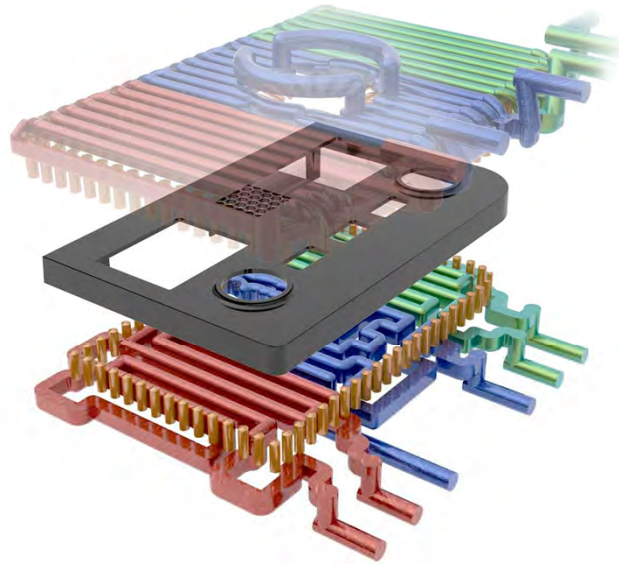
Analysieren wir das Projekt auf mögliche Problemstellen,

UNSERE LEISTUNG



Entwickeln eine optimale Lösung,

UNSERE LEISTUNG



Konstruieren diese Lösung und fertigen das Formwerkzeug,

UNSERE LEISTUNG

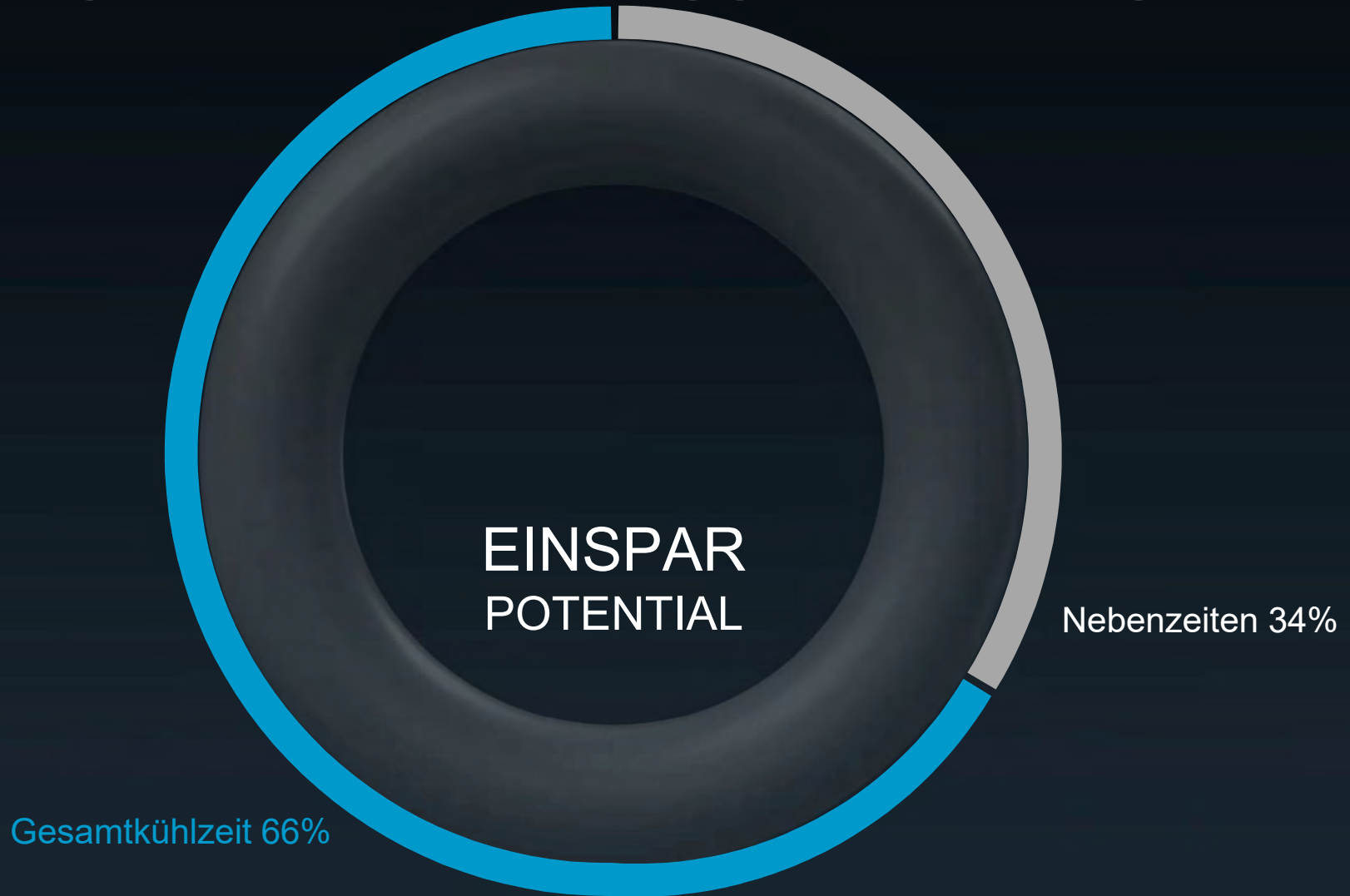


Für ein perfektes Produkt!

Spritzgießen ist eine unserer Kernkompetenzen



WODURCH WERDEN ZYKLUSZEITEN BESTIMMT?

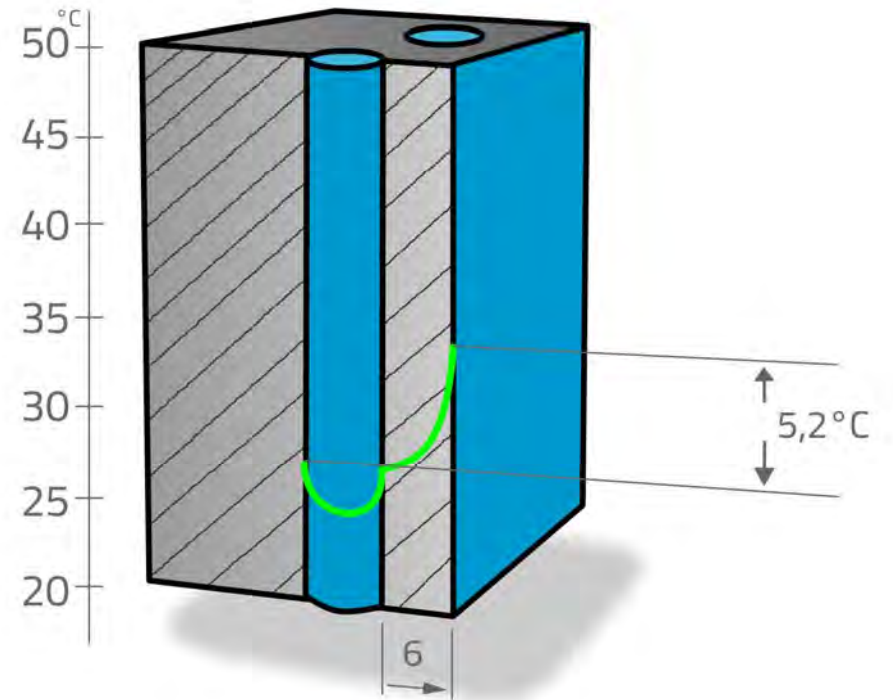
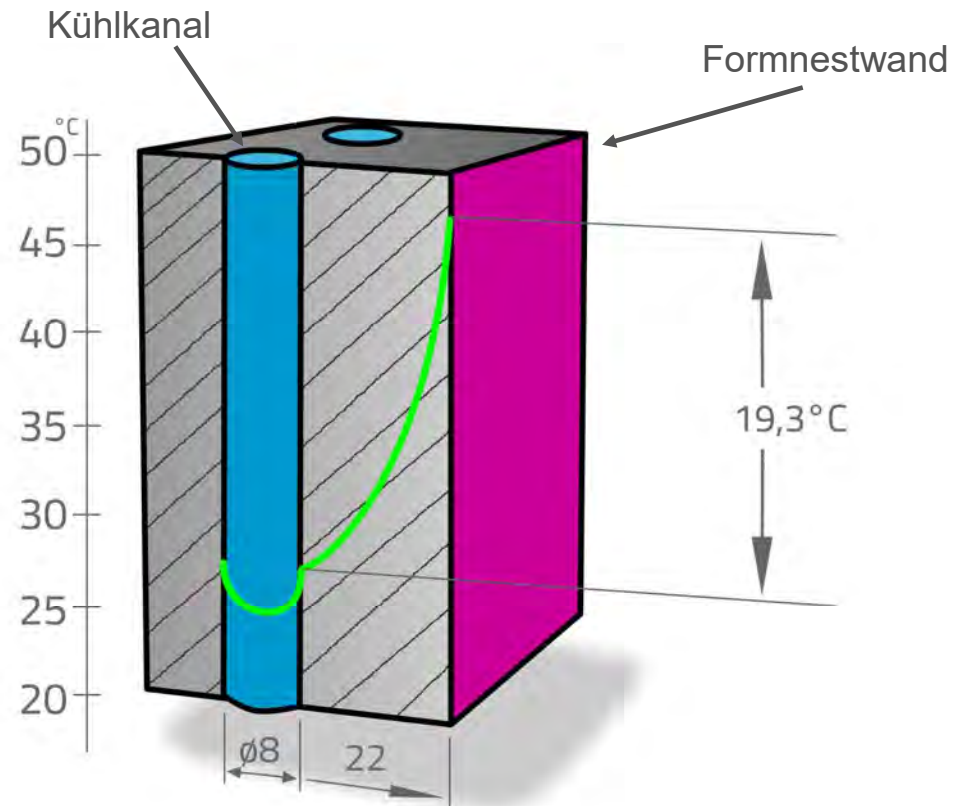


BERECHNUNG DER KÜHLZEIT EINES FLÄCHIGEN FORMTEILS

$$t_K = \frac{s^2}{\pi^2 a_{\text{eff}}} \cdot \ln \left(\frac{4}{\pi} \cdot \frac{\vartheta_M - \bar{\vartheta}_W}{\hat{\vartheta}_E - \bar{\vartheta}_W} \right)$$

Werkzeugwandtemperatur

KONVENTIONELL VS KONTURFOLGEND



TEMPERATURSITUATION AN DER FORMNESTWAND EINES WERKZEUGES

IST-Messung an der Formnestwand



Einstellung am Temperiergerät



Qualitätsprobleme am Bauteil



Berechnung der Gesamtkühlzeit

Berechnung der theoretischen Kühlzeit mit geänderten Werten

<u>Material:</u>		<u>Kunde:</u>	
Gruppe:	PC	Name:	
Material:		Auftrag:	
Bezeichnung:		Formteil:	
Hersteller:		Werkzeug:	
Glasfaseranteil:	0 %	<u>Nebenzeiten:</u>	
Masstemperatur:	280 °C (280 - 320 °C)	Einspritzzeit:	0 s
<u>Formteil:</u>		Werkzeug öffnen:	0 s
Geometrie:	Platte	Formteil auswerfen:	0 s
Wanddicke:	2,5 mm	Formteil entnehmen:	0 s
Werkzeugwandtemperatur:	DS 80 °C (80 - 120 °C) AS 80 °C	Werkzeug schließen:	0 s
		Sonstiges:	0 s
<u>Zeiten:</u>		<u>Berechnungen:</u>	
		<input type="checkbox"/> manuelle Eingabe:	
Theoretische Kühlzeit:	10,0 s	Mittlere Entformungstemperatur:	111,86 °C
Summe der Nebenzeiten:	0,0 s	Effekt. Temperaturleitfähigkeit:	0,1096 mm ² /s
Zykluszeit:	10,0 s	Max. Entformungstemperatur:	130,05 °C

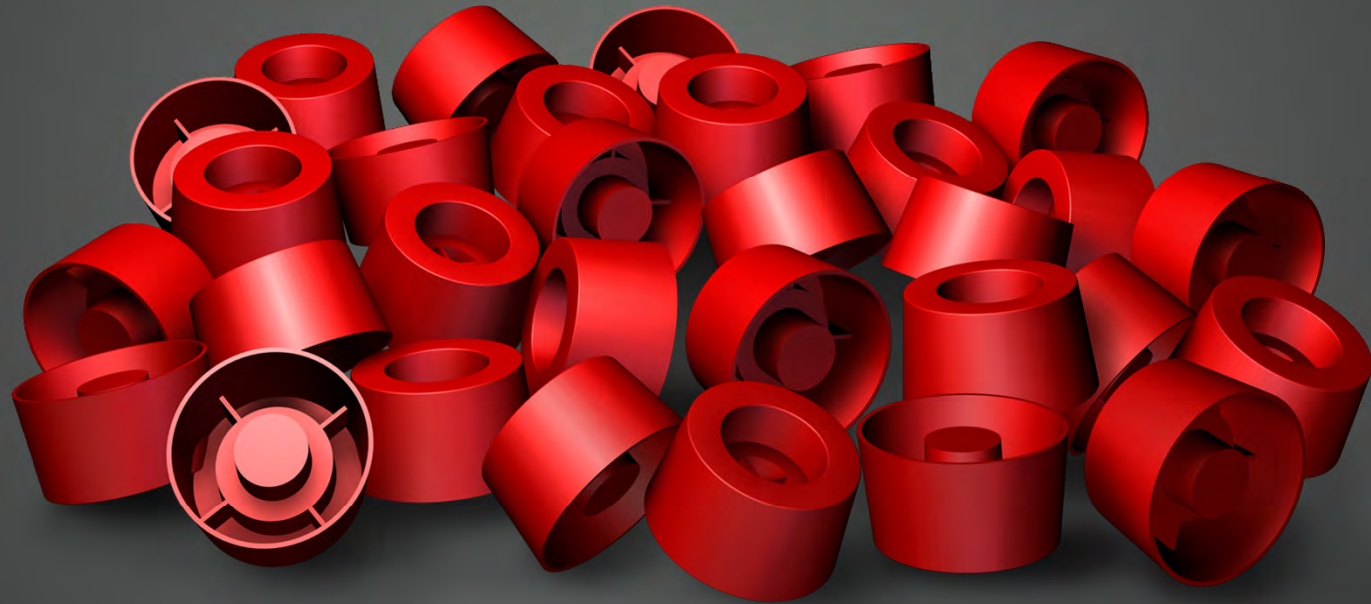
Berechnung der Gesamtkühlzeit

Berechnung der theoretischen Kühlzeit (Material PC)

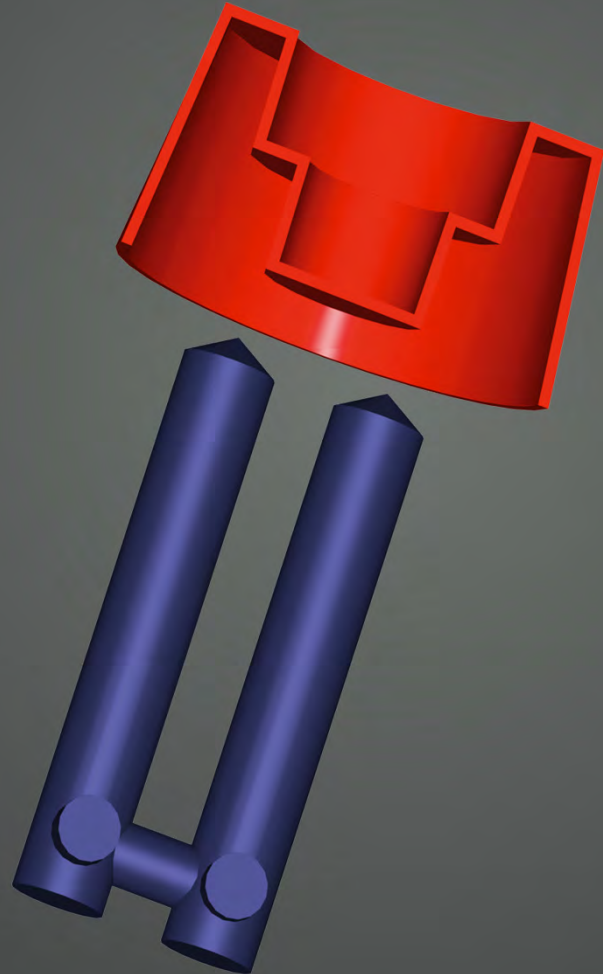
<u>Material:</u>		<u>Kunde:</u>	
Gruppe:	PC	Name:	
Material:		Auftrag:	
Bezeichnung:		Formteil:	
Hersteller:		Werkzeug:	
Glasfaseranteil:	0 %	<u>Nebenzeiten:</u>	
Massetemperatur:	280 °C (280 - 320 °C)	Einspritzzeit:	0 s
<u>Formteil:</u>		Werkzeug öffnen:	0 s
Geometrie:	Platte	Formteil auswerfen:	0 s
Wanddicke:	2,5 mm	Formteil entnehmen:	0 s
Werkzeugwandtemperatur:	DS 110 °C AS 110 °C (80 - 120 °C)	Werkzeug schließen:	0 s
		Sonstiges:	0 s
<u>Zeiten:</u>		<u>Berechnungen:</u>	
Theoretische Kühlzeit:	26,0 s	<input type="checkbox"/> manuelle Eingabe:	
Summe der Nebenzeiten:	0,0 s	Mittlere Entformungstemperatur:	111,86 °C
Zykluszeit:	26,0 s	Effekt. Temperaturleitfähigkeit:	0,1109 mm ² /s
		Max. Entformungstemperatur:	112,92 °C

$\Delta t_{WZ-Wand} = +30^\circ\text{C}$ Kühlzeit +160%!!!

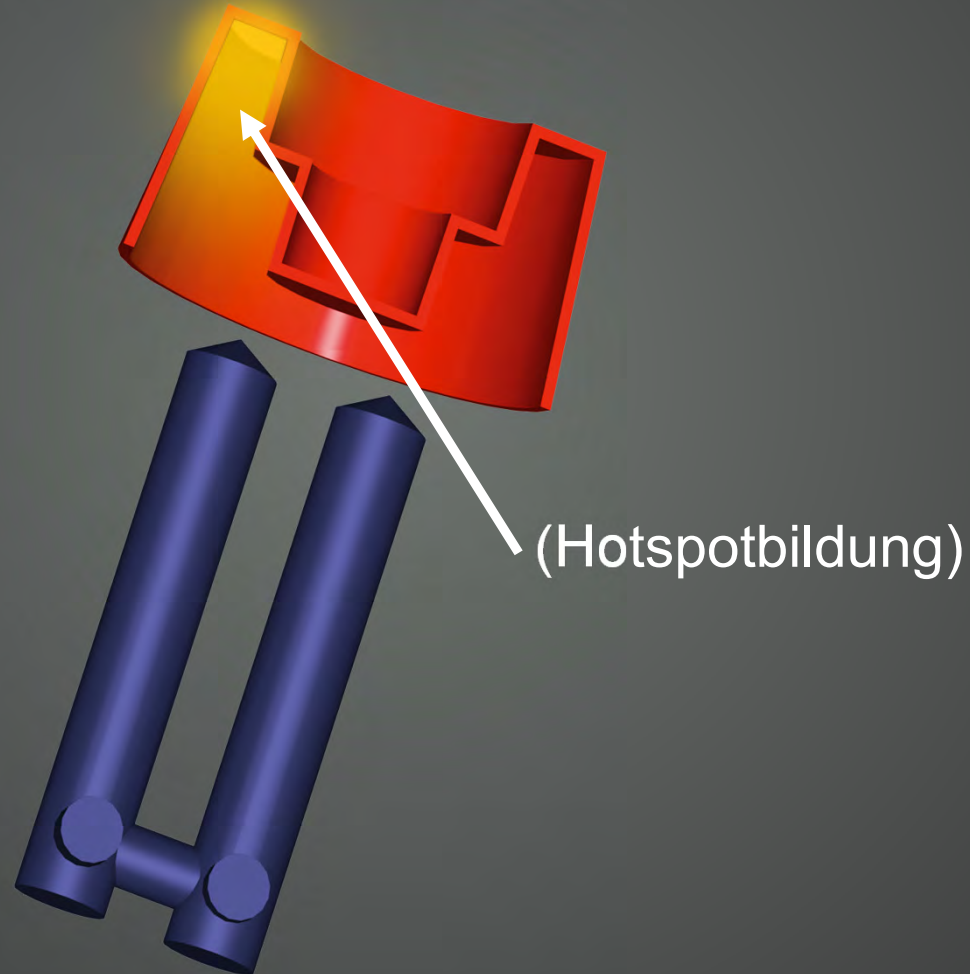
BEISPIEL FORMTEIL



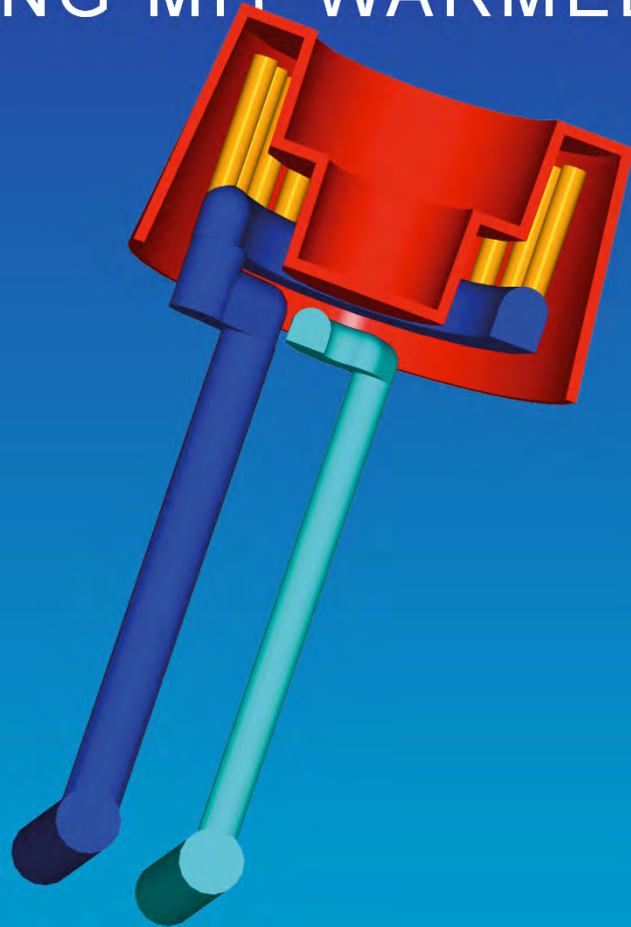
KONVENTIONELLE TEMPERIERUNG



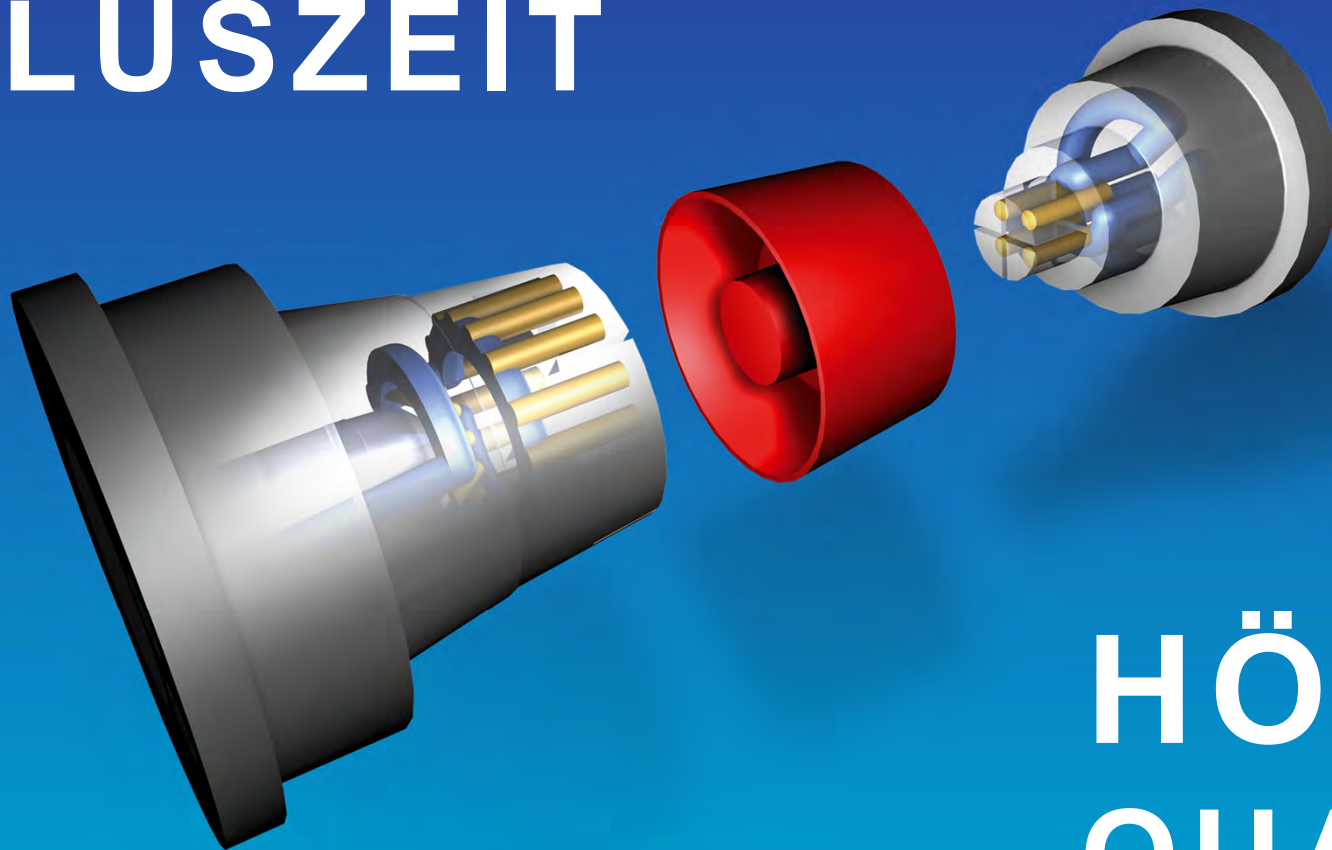
KONVENTIONELLE TEMPERIERUNG



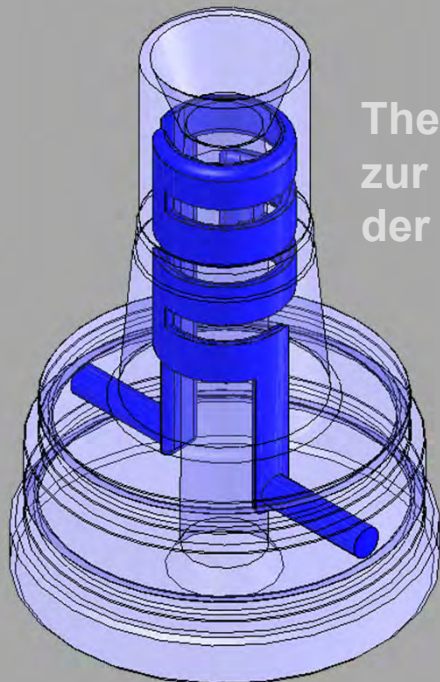
KONTURFOLGENDE TEMPERIERKANALSYSTEME IN VERBINDUNG MIT WÄRMELEITELEMENTEN



**VERKÜRZTE
ZYKLUSZEIT**



**HÖHERE
QUALITÄT**

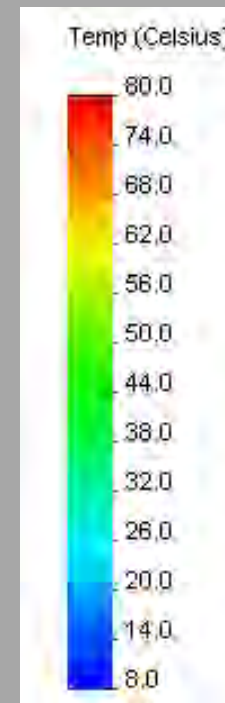
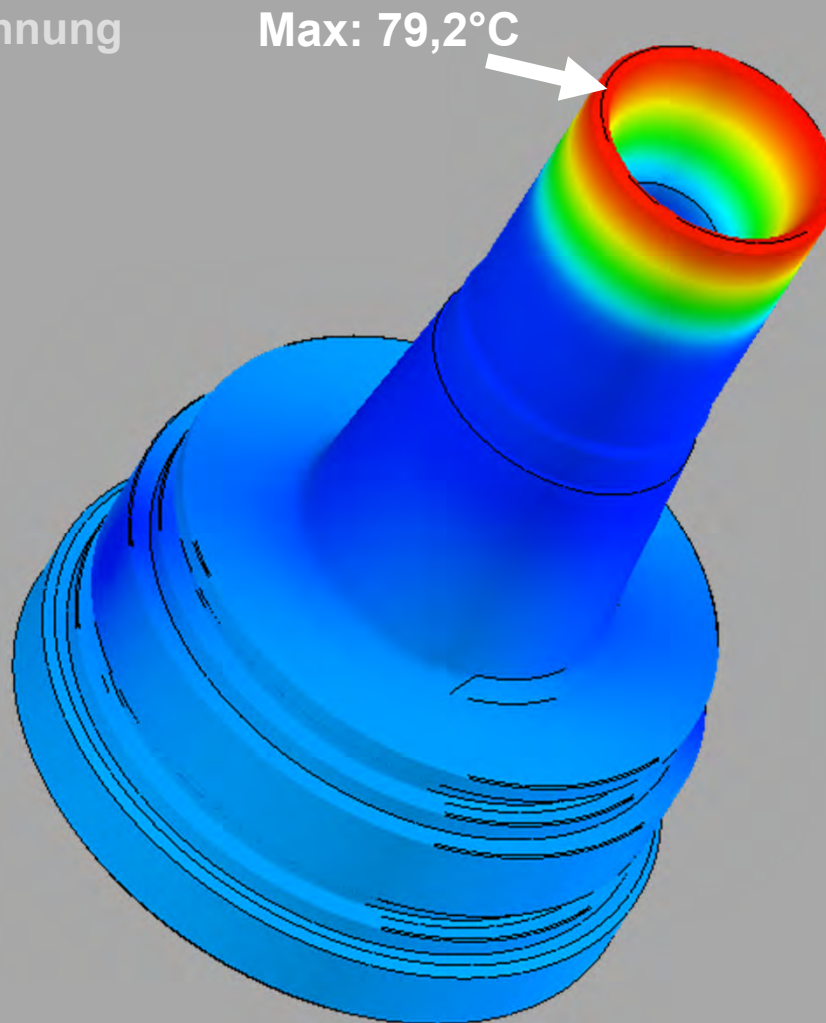


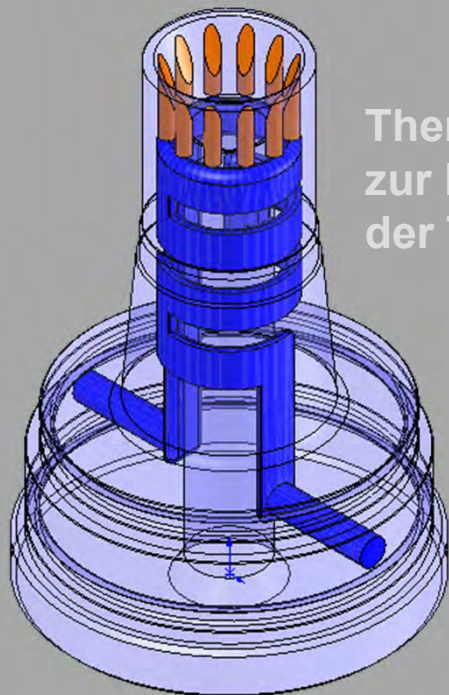
Thermische Berechnung
zur Beurteilung
der Temperierung

Berechnungsgrundlage

Material Kern: 1.2344 ESU
Wassertemperatur.: 20°C

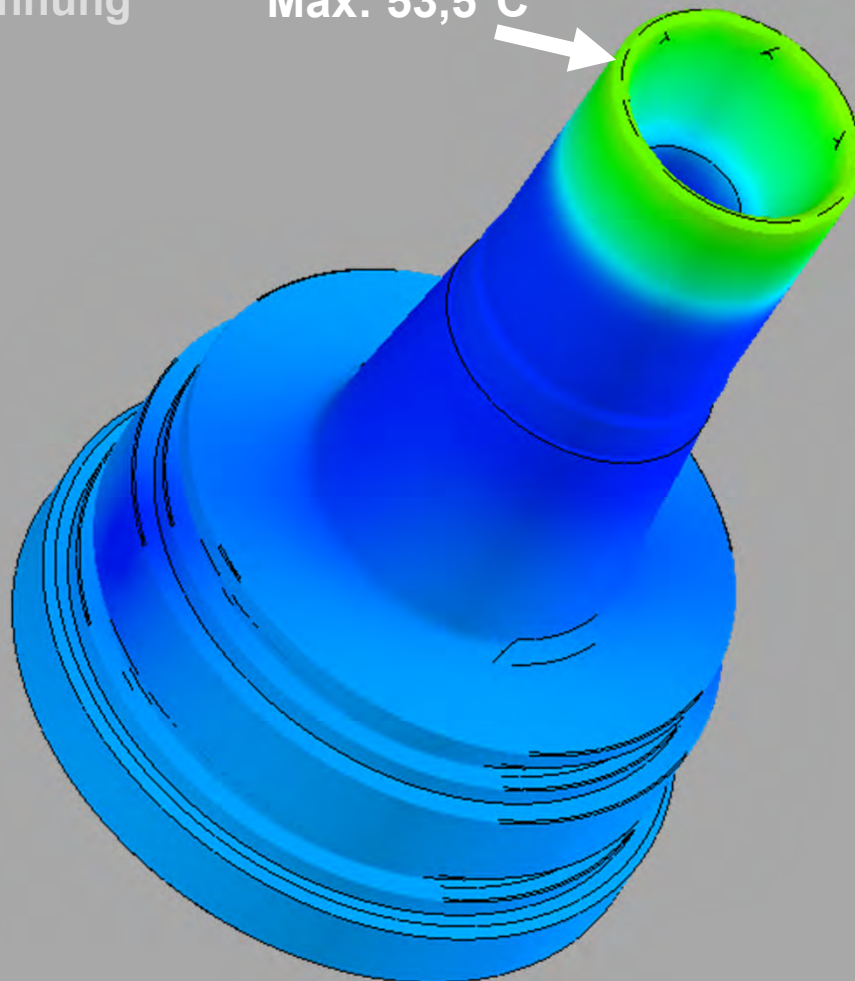
Material Bauteil:POM





Thermische Berechnung
zur Beurteilung
der Temperierung

Max: 53,5°C



Berechnungsgrundlage

Material Kern: 1.2344 ESU
Wassertemperatur.: 20°C

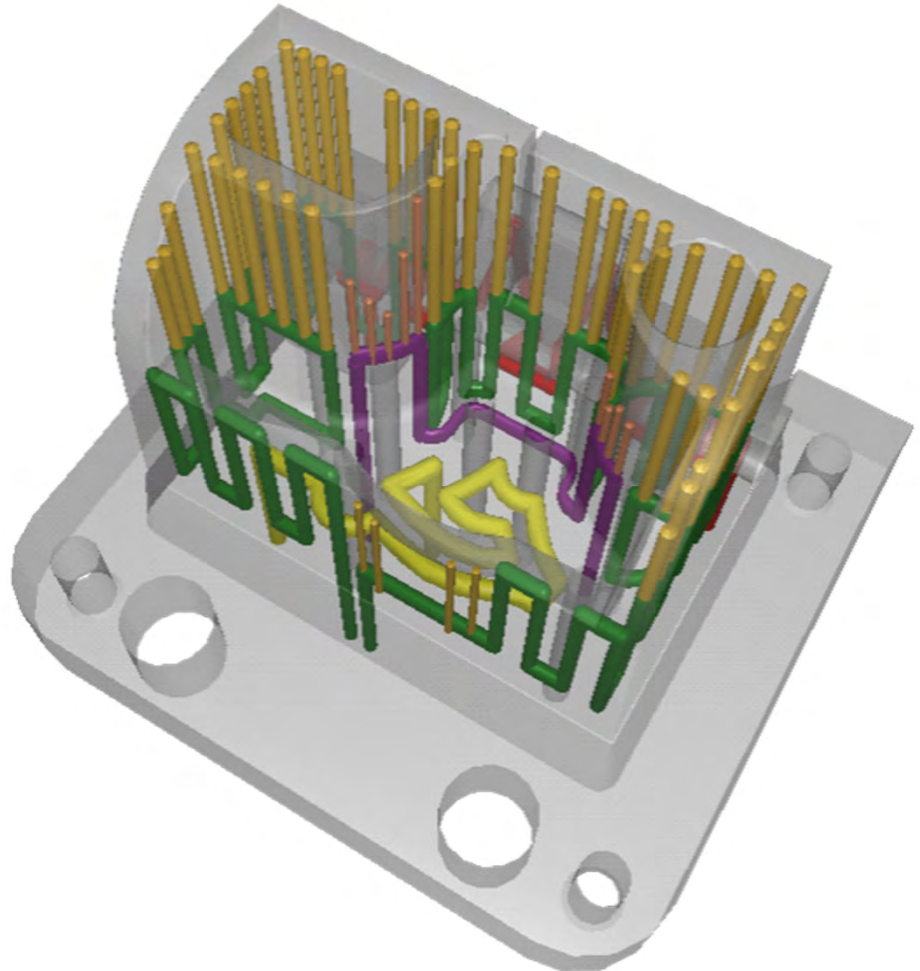
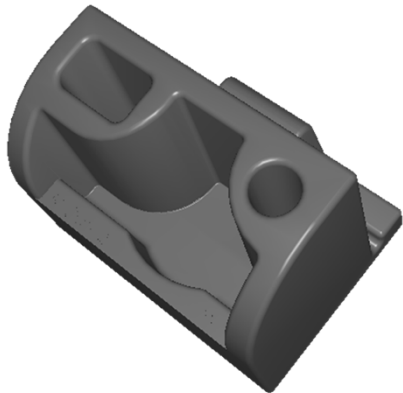
Material Bauteil:POM

Nach Werkzeugstart stellt sich der eingeschwungene, thermisch quasistationäre Zustand der Form in der Regel nach 3 bis 5 Zyklen ein, was zu deutlich weniger Anfahrausschuss führt.

➔ **EINSPARUNG VON ENERGIE UND
CO₂**

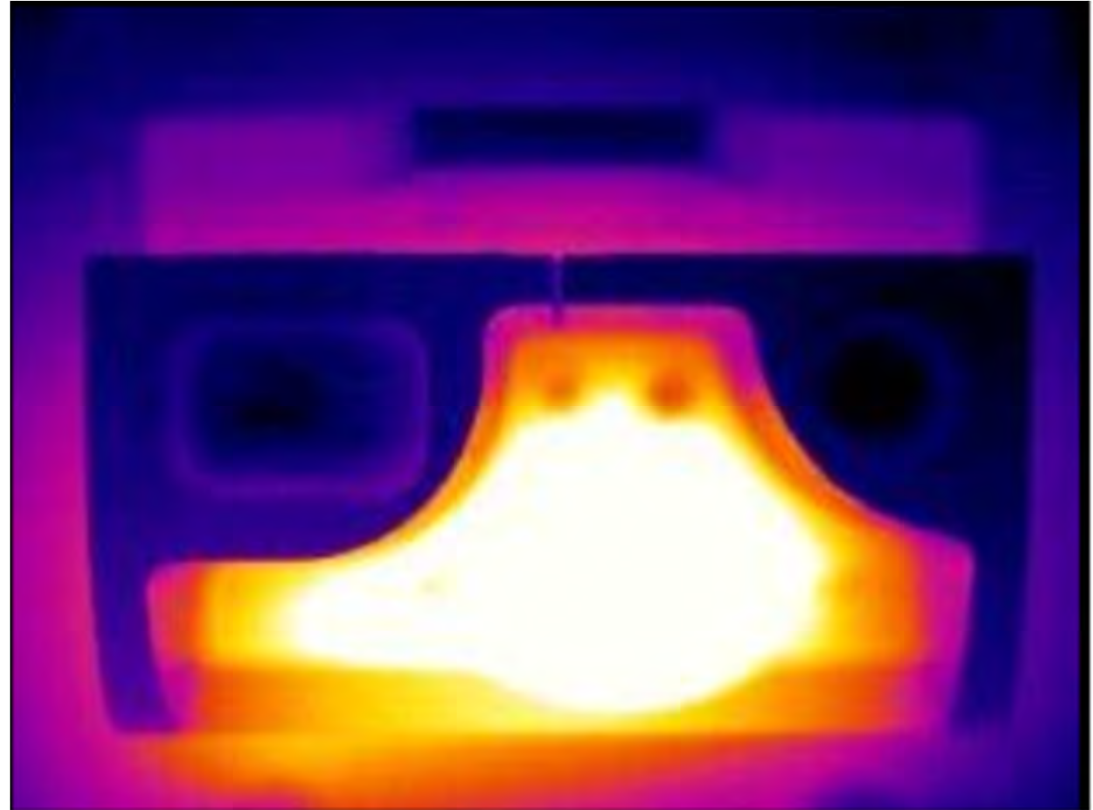
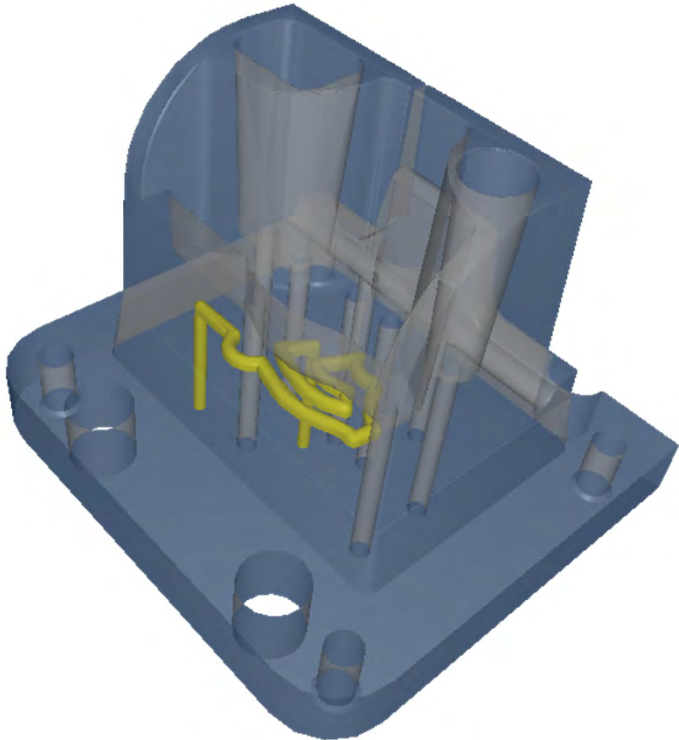
Konturfolgende, segmentierte Temperierung

Schwindungssteuerung durch unterschiedliche Temperaturmittelvorlauftemperaturen in voneinander unabhängigen Kreisläufen



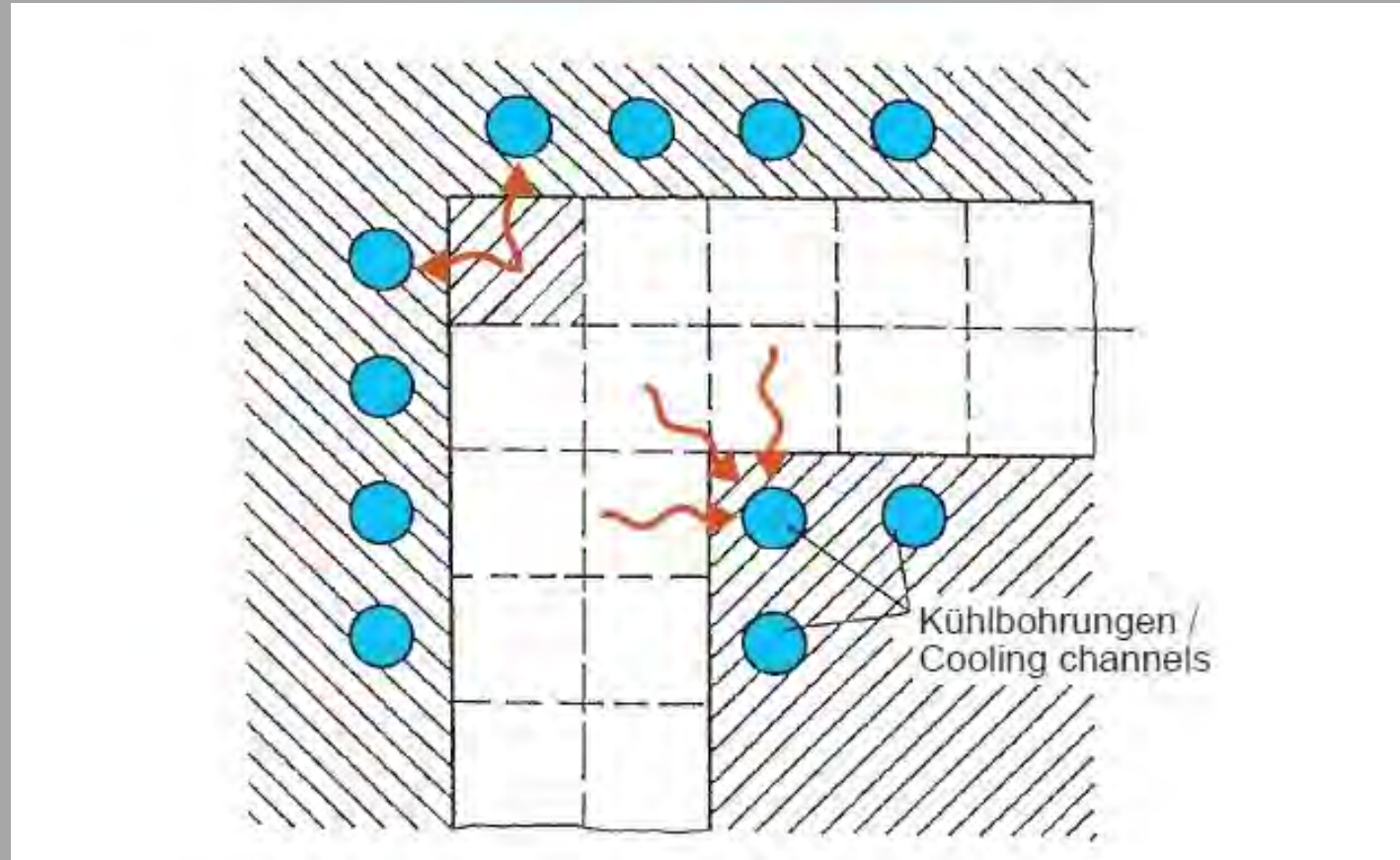
ANWENDUNGSBEISPIEL

Das Aufheizen und Abkühlen eines Kreislaufes ist sehr auf den Bereich des Temperierkanal-Verlaufs beschränkt.

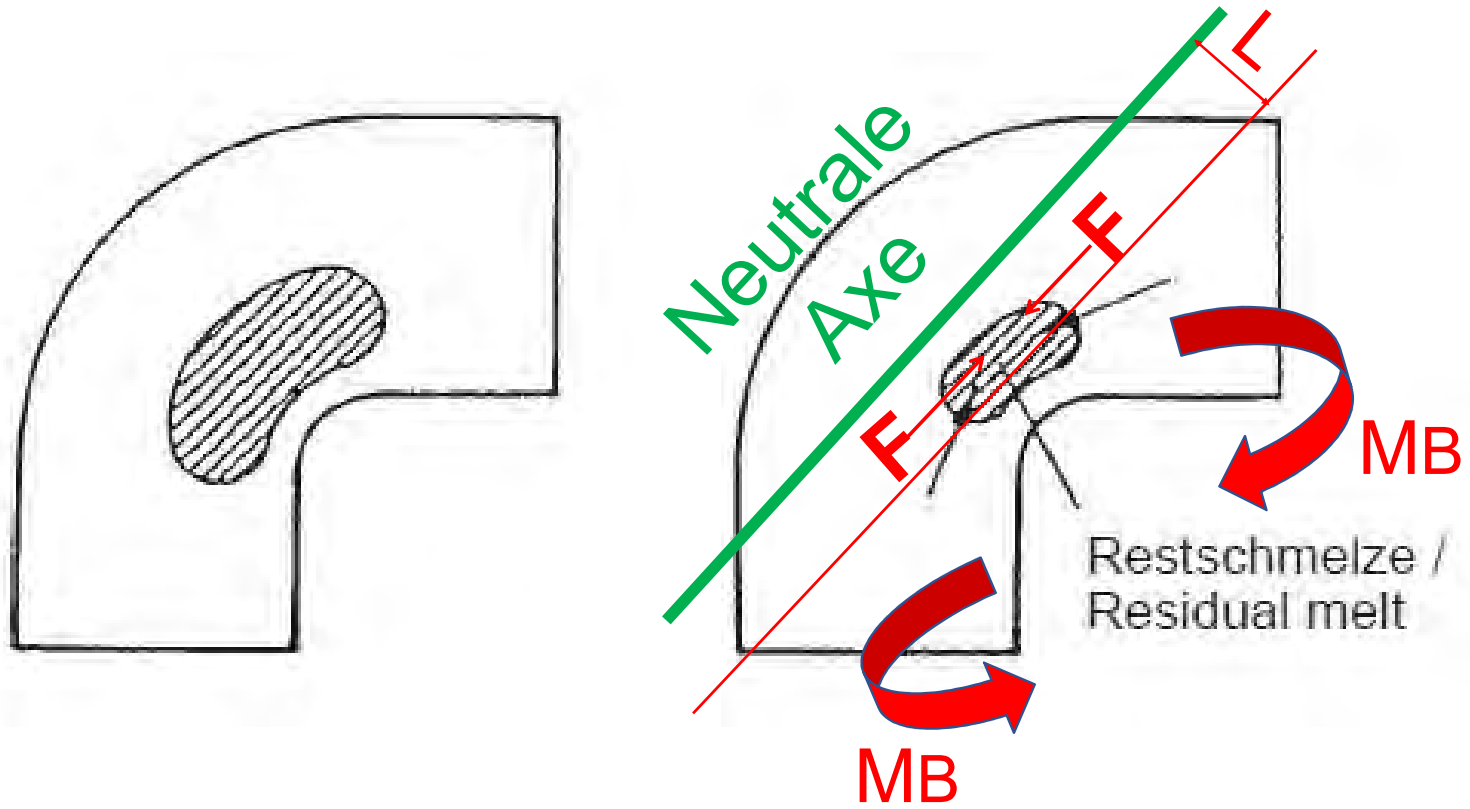


Anschnitttemperierung

Verzugseinfluss der Werkzeugwandtemperatur

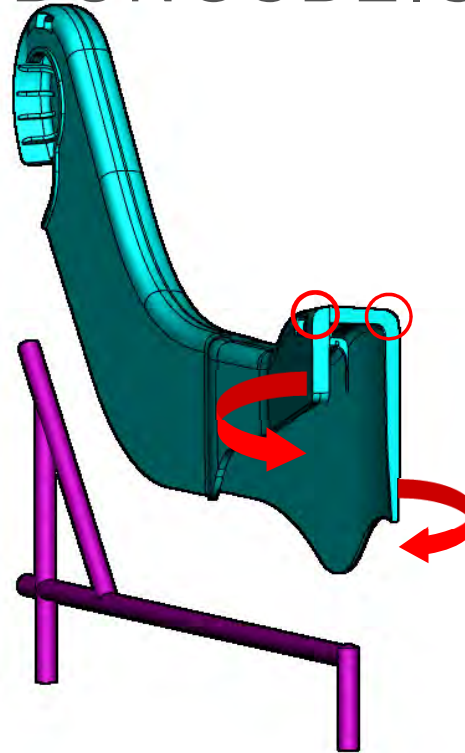


Verzug – Physikalische Ursachen



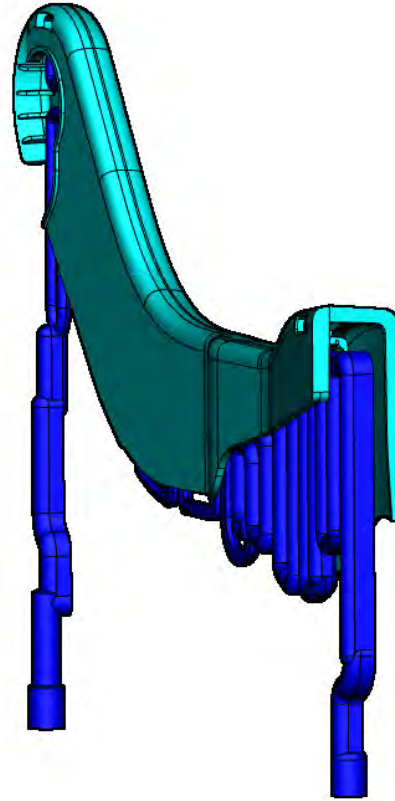
ANWENDUNGSBEISPIEL

Verzugsoptimierung
Automotive
Interieur-Bauteil



ANWENDUNGSBEISPIEL

Verzugsoptimierung
Automotive
Interieur-Bauteil

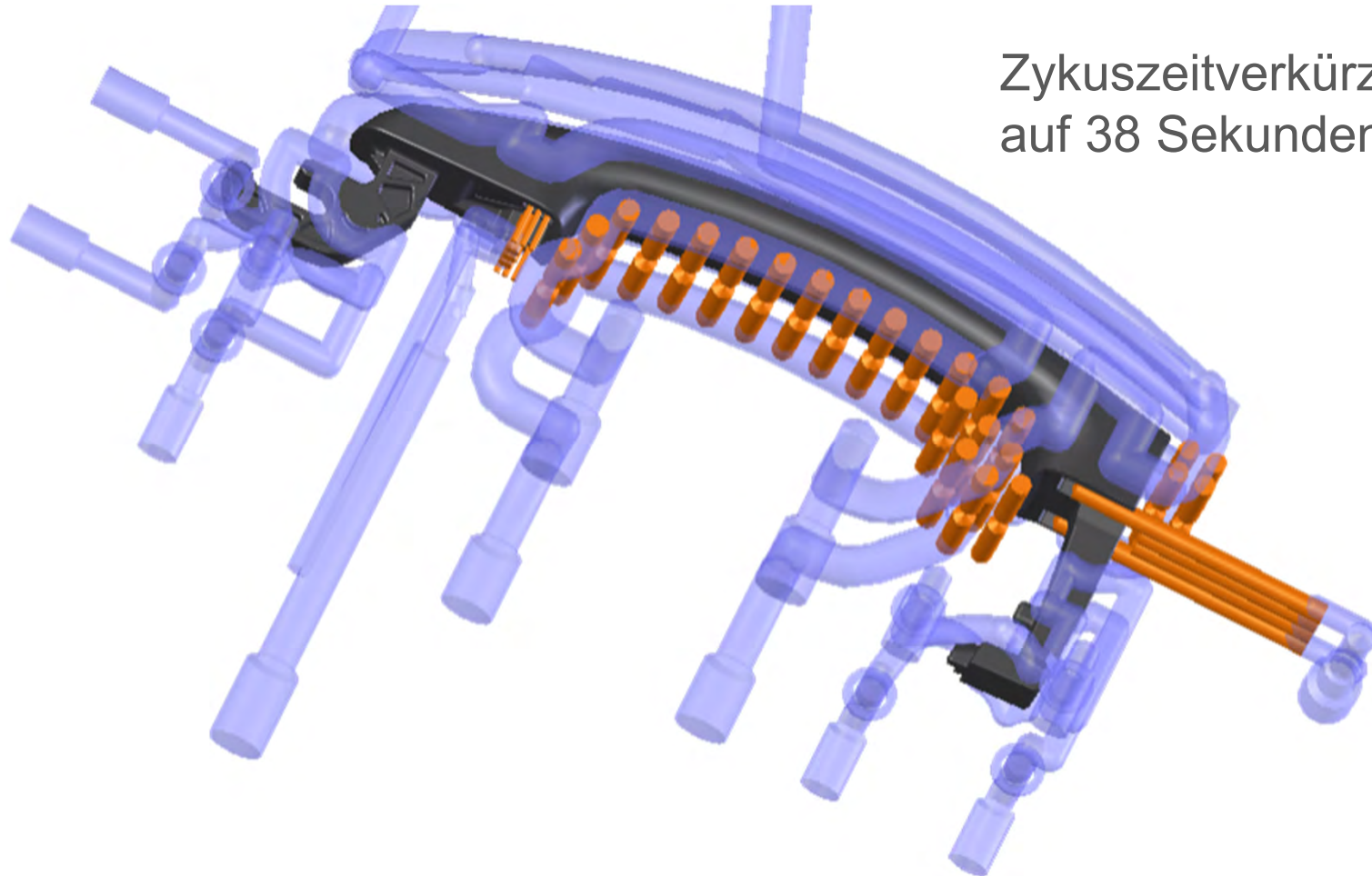


Durch die bedarfsgerechte
Energieabfuhr aus dem Formteil
schwindet das Formteil außerhalb
der Form sehr gleichmäßig und neigt
kaum zu Verzug.

Dadurch kann das Formteil deutlich wärmer entformt werden und die Großkühlanlage des Betriebes wird spürbar entlastet, wobei parallel der Ausschuss zurück geht.

➔ EINSPARUNG VON ENERGIE UND CO₂

ANWENDUNGSBEISPIEL

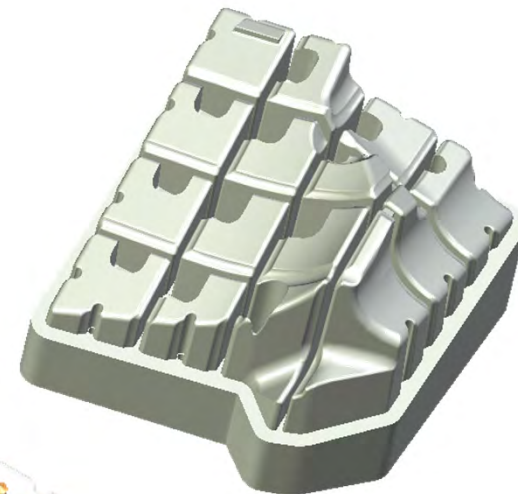
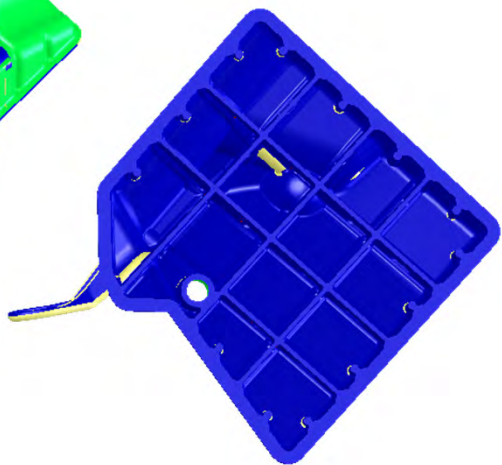
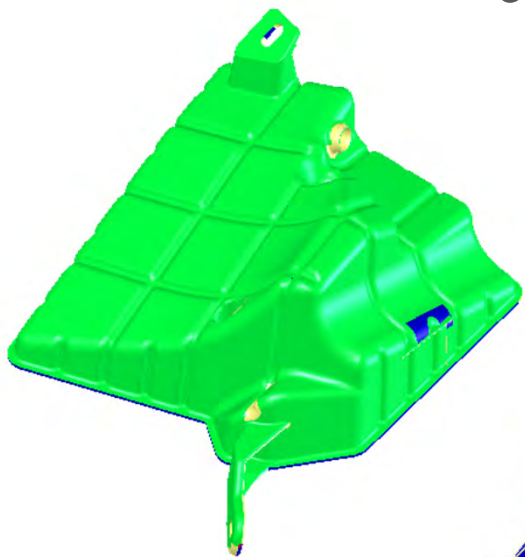


Zykluszeitverkürzung von 59
auf 38 Sekunden (35,6%)

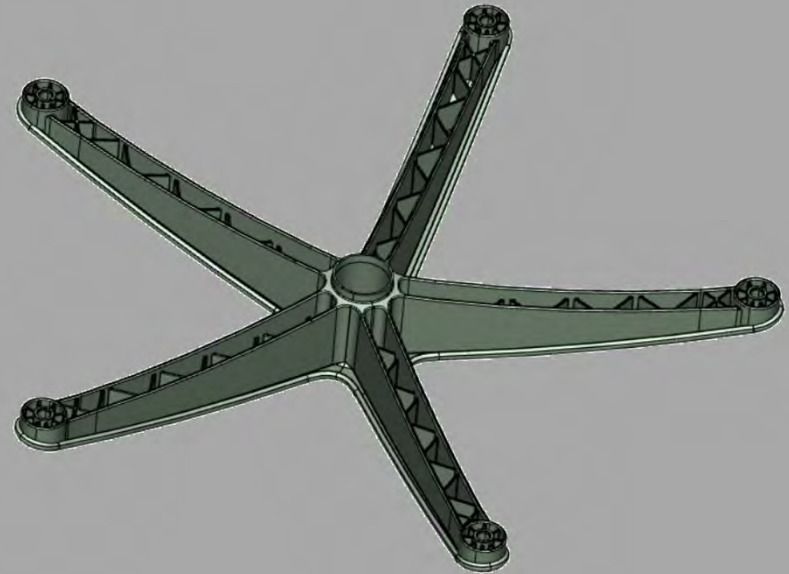
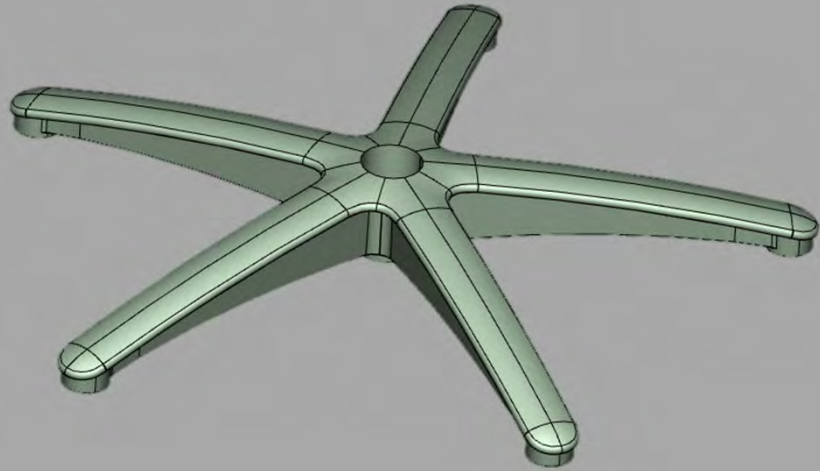
ANWENDUNGSBEISPIEL

Kühlwasserbehälter
Automotive

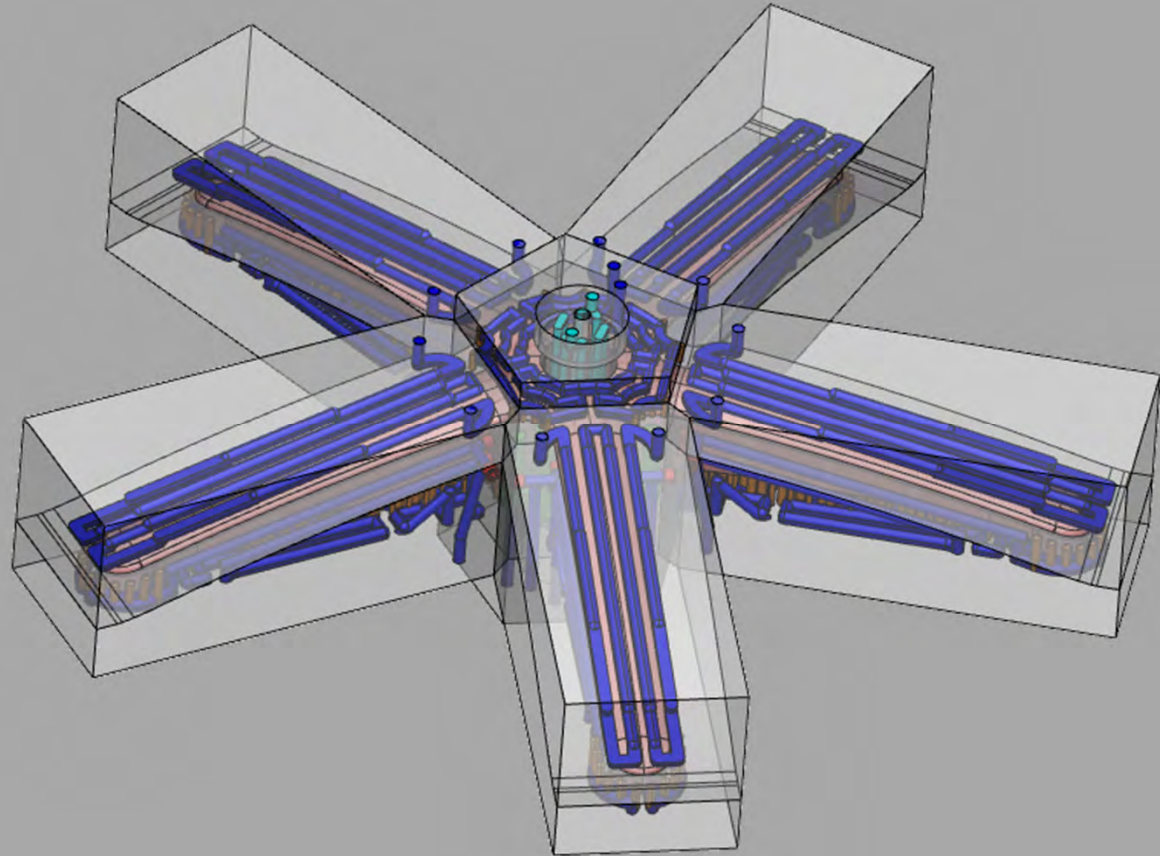
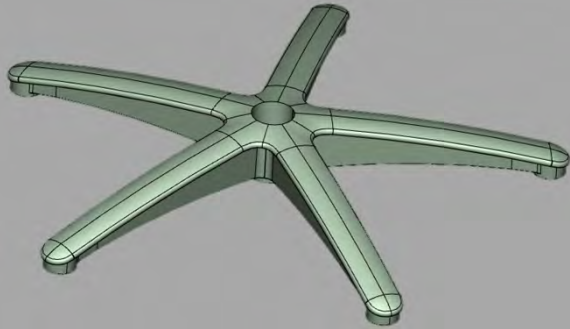
Zykluszeitverkürzung von
91 auf 59 Sekunden 35,2%



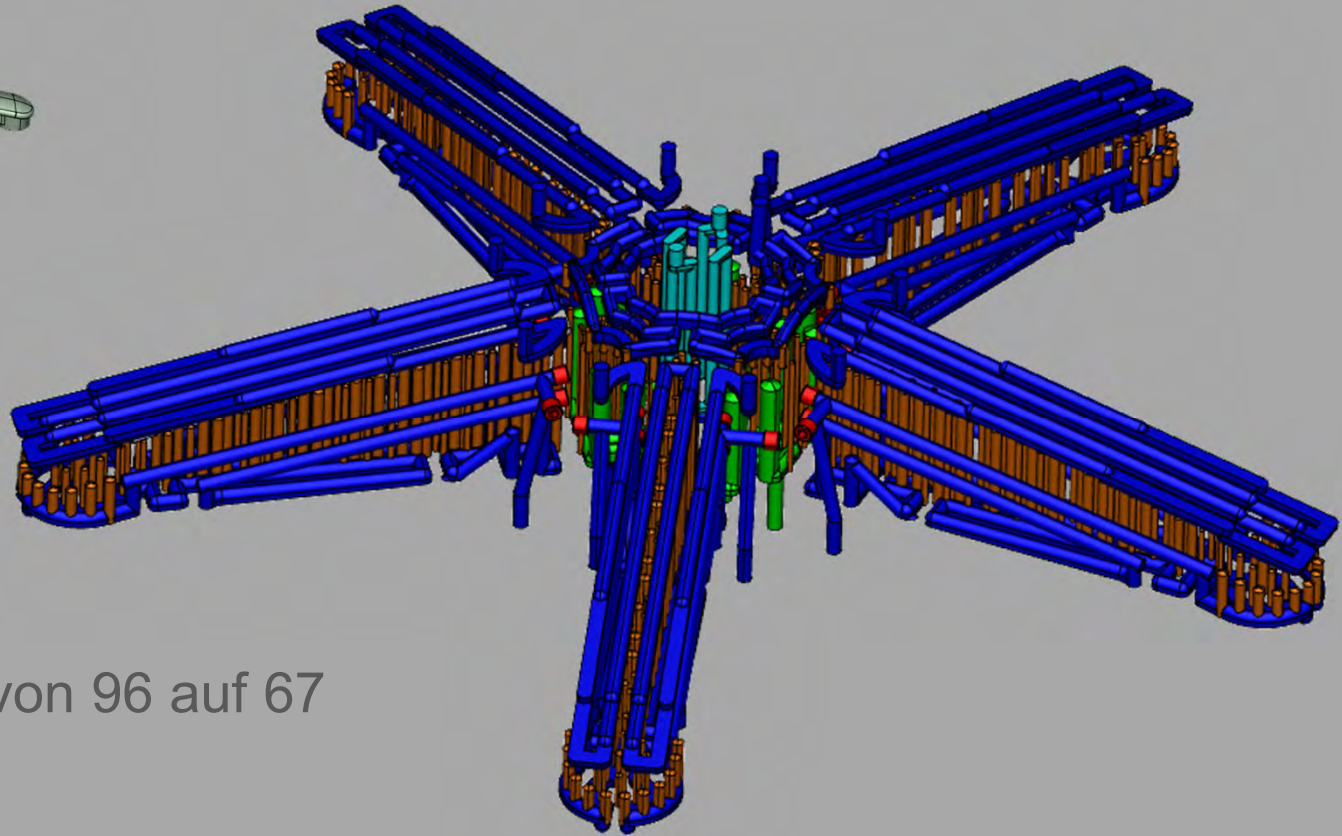
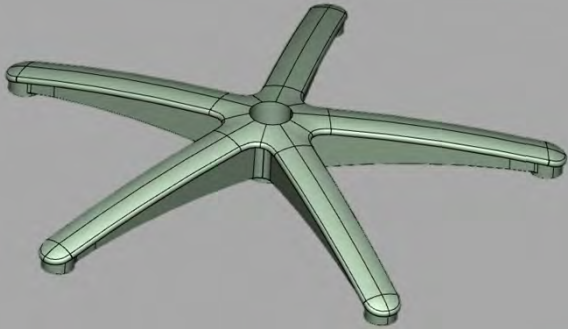
ANWENDUNGSBEISPIEL FUßKREUZ BÜROSTUHL



ANWENDUNGSBEISPIEL FUßKREUZ BÜROSTUHL

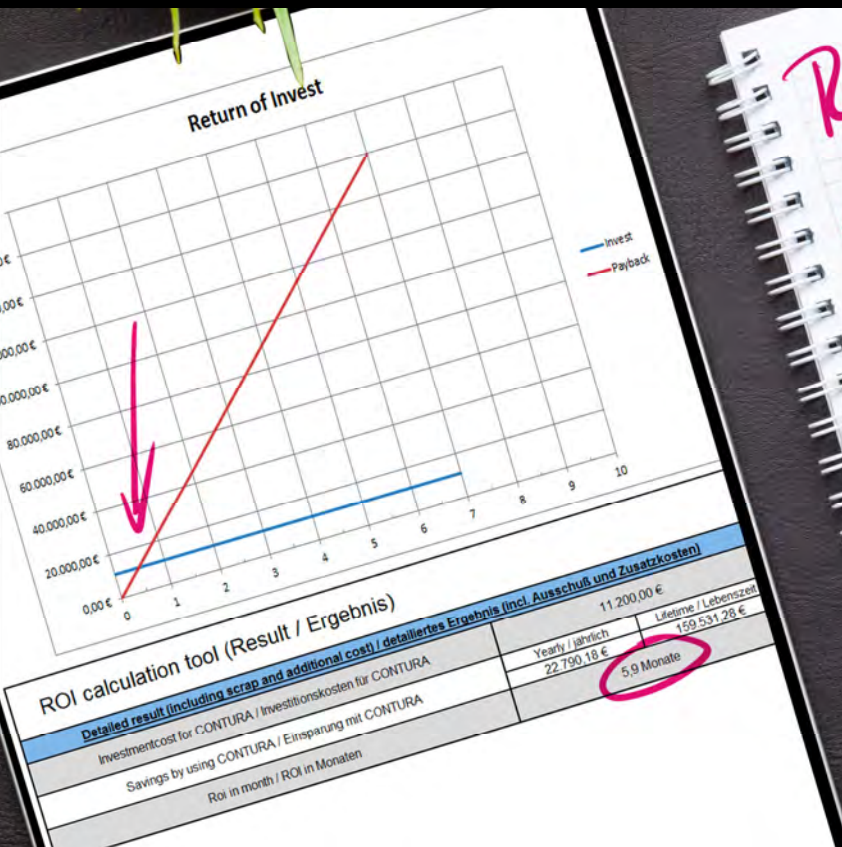


ANWENDUNGSBEISPIEL FUßKREUZ BÜROSTUHL



Zykluszeitverkürzung von 96 auf 67
Sekunden (30,2 %)

WIRTSCHAFTLICHKEIT DER KONTURKÜHLUNG

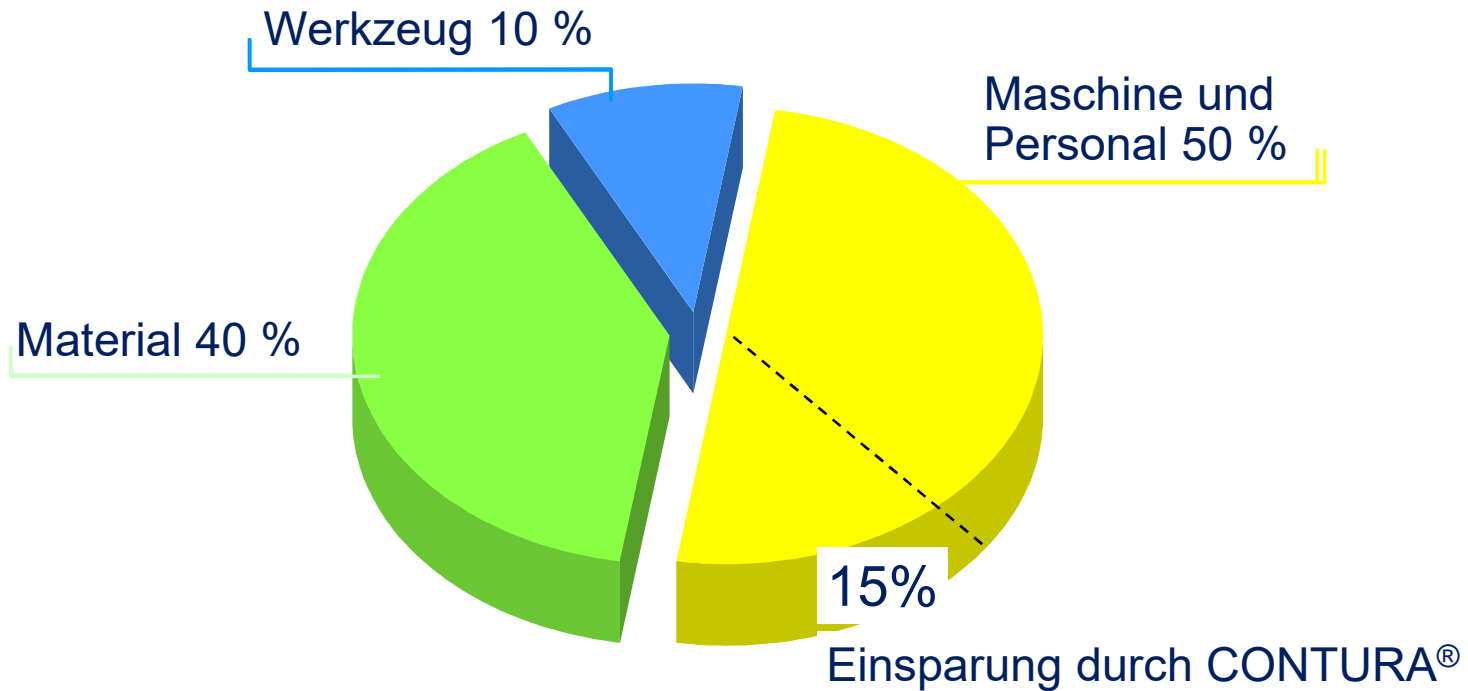


Return of < 6 months

Savings over lifetime: ~160.000 €



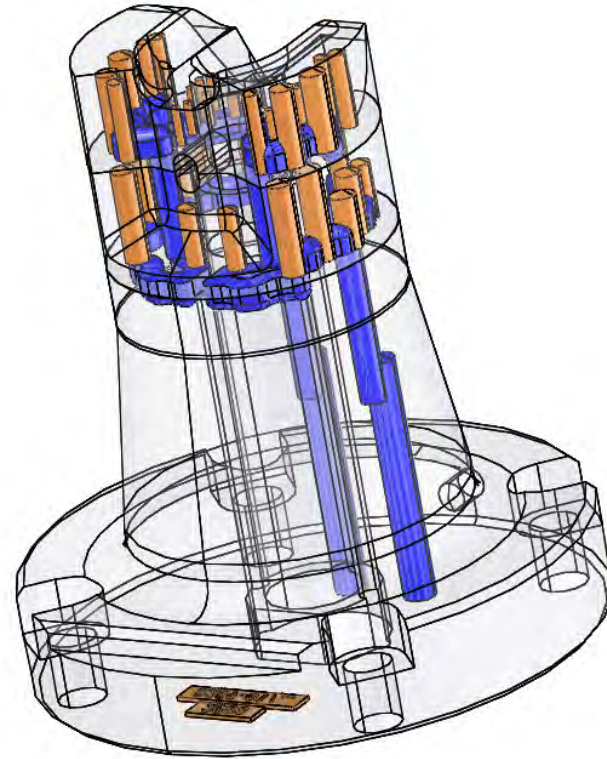
Anteilige Kostenarten an einem Spritzgussbauteil



ANWENDUNGSBEISPIEL

Kern Sprühkappe

Werkzeugstahl:
Stavax ESU



Kosteneinsparungsberechnung (Spray cap):



16-fach Werkzeug

Maschine: 200 Tonnen, Stundensatz:	36 € (Inkl. anteiliger MA)
Konventionelle Zykluszeit:	11,5 Sekunden
Zyklen pro Jahr (220 Prod.-Tage à 16 Std.):	1.100.000
Zyklus mit konturnaher Temperierung:	7,8 Sekunden
<u>Gesparte Sekunden pro Zyklus:</u>	<u>3,7 Sekunden</u>

Einsparung pro Jahr = 1.100.000 Zyklen x 3,7 Sekunden = 4.070.000 Sekunden oder

1.130 Maschinenstunden

Jährliche Einsparung von
1.130 Maschinenstunden x
36,00 Euro/Stunde

=

**40.680 Euro Einsparung
pro Jahr**

**(Eine Sekunde auf dieser Maschine
kostet 10.995 € im Jahr)**

Das Investment in die konturnahe
Temperierung bei diesem
Werkzeug war 34.240,00 Euro
(€ 2.140,--/Kav.)

**Der ROI liegt bei 0,84
Jahren oder etwas über 10
Monaten!**

Während der Kühlzeit steht die
Spritzgießmaschine in
„Wartestellung“

Dennoch sind die folgende
Aggregate noch in Betrieb: “.

- Die Pumpen der Kühlanlage
- Der Heißkanal und die Temperiergeräte
 - Die Maschinensteuerung
- Die Heizung des Massezylinders etc.

Zykluszeitverkürzung heißt also auch

→ **EINSPARUNG VON ENERGIE UND CO₂**

DER VARIOTHERME PROZESS

DER VARIO THERM PROZESS-ABLAUF:

- **Vor dem Einspritzen**
→ *Aufheizen der Kavität*

- **Nach der volumetrischen Füllung der Kavität**
→ *Umschalten auf Kühlung*

- **Nach Erstarren der Schmelze**
→ *Bauteil auswerfen und erneutes Aufheizen der Kavität*

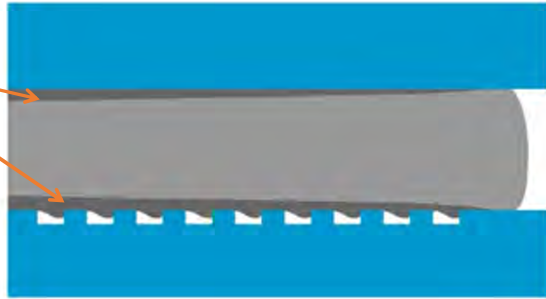
GRÜNDE FÜR DIE VARIOTHERME PROZESSFÜHRUNG

Je wärmer die Kavität während des Einspritzvorganges, umso:

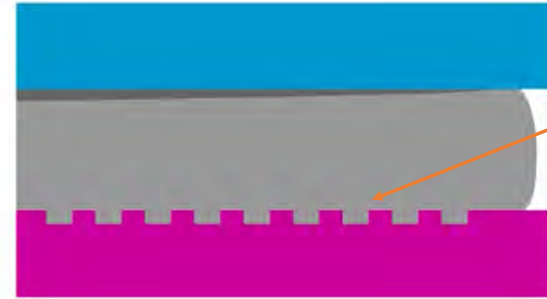
- weniger sichtbare Fließlinien und Silberschlieren
- mehr Homogenität bei der Orientierung von Glasfasern
- weniger sichtbare Bindenähte
- geringeres Risiko von Verzug durch Schwindung
- bessere Formstabilität und Konsistenz
- bessere mechanische Eigenschaften
- weniger angußferne Einfallstellen

SCHEMATISCHE DARSTELLUNG

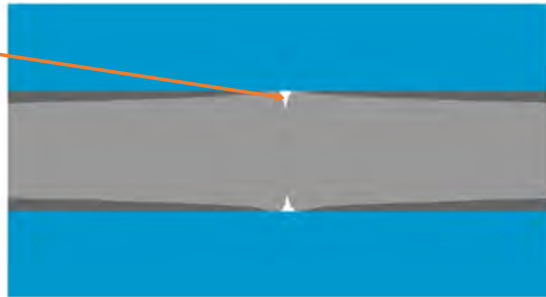
Erstarre Randschicht



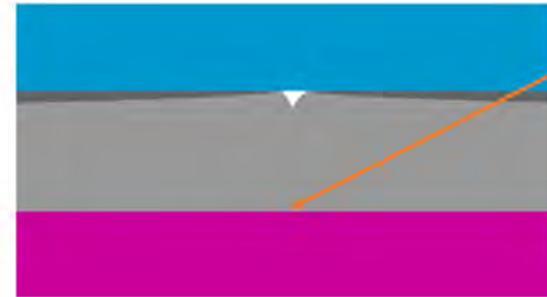
Vollständige
Strukturabbildung



Bindenahtbildung

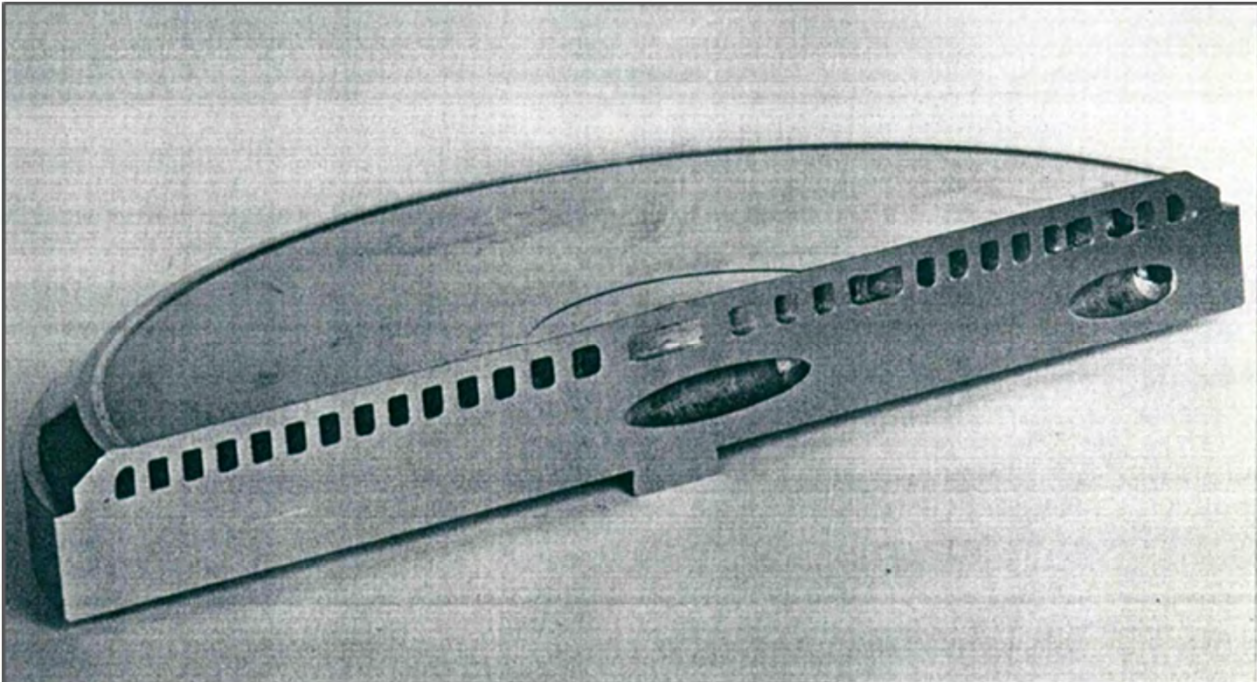


Keine sichtbaren
Bindenähte



Ursprung /Historie von Variothermie:

Bereits 1969 baute Peter Schmetz
Schallplattenpressformen mit Konturkühlung,
die variotherm betrieben wurden!
(Dampf/Wasser-System) 15 Sekunden Zyklus,
5000 Zyklen/Tag!



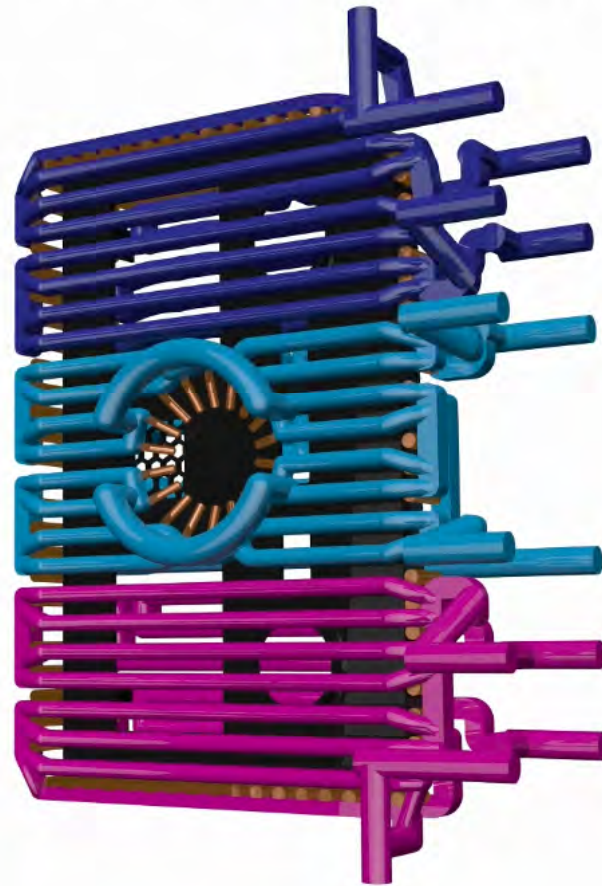
ANWENDUNGSBEISPIEL

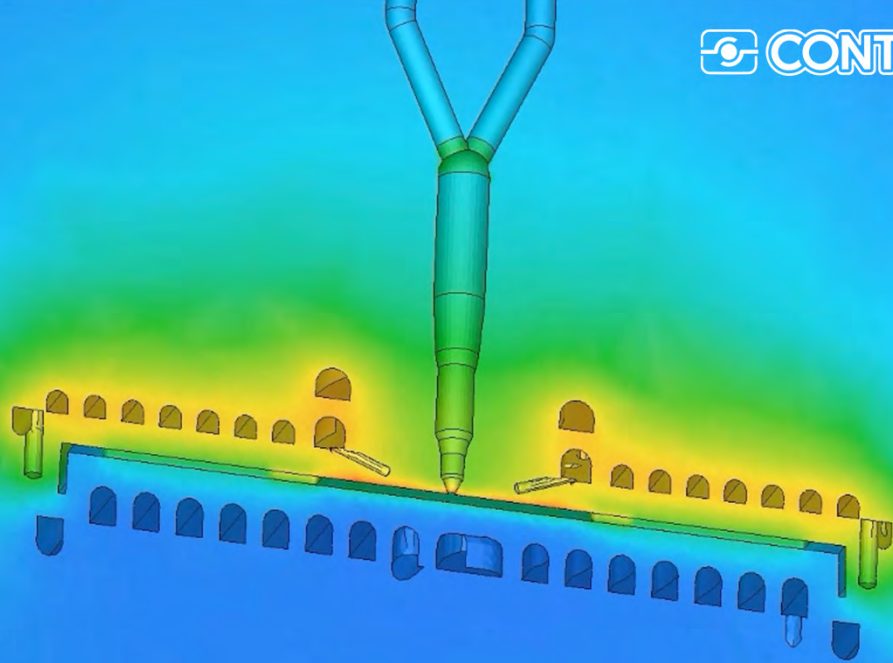


Speckiger Glanz

wird zu edlem Matt

ANWENDUNGSBEISPIEL





ANWENDUNGSBEISPIEL

Einfluß der Variothermie auf die Qualität



Sauberer
Anspritzpunkt



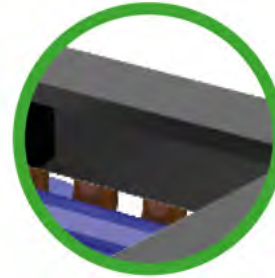
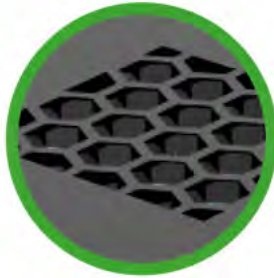
Keine Fehler bei
komplexen Füllungen



Keine Einfallstellen

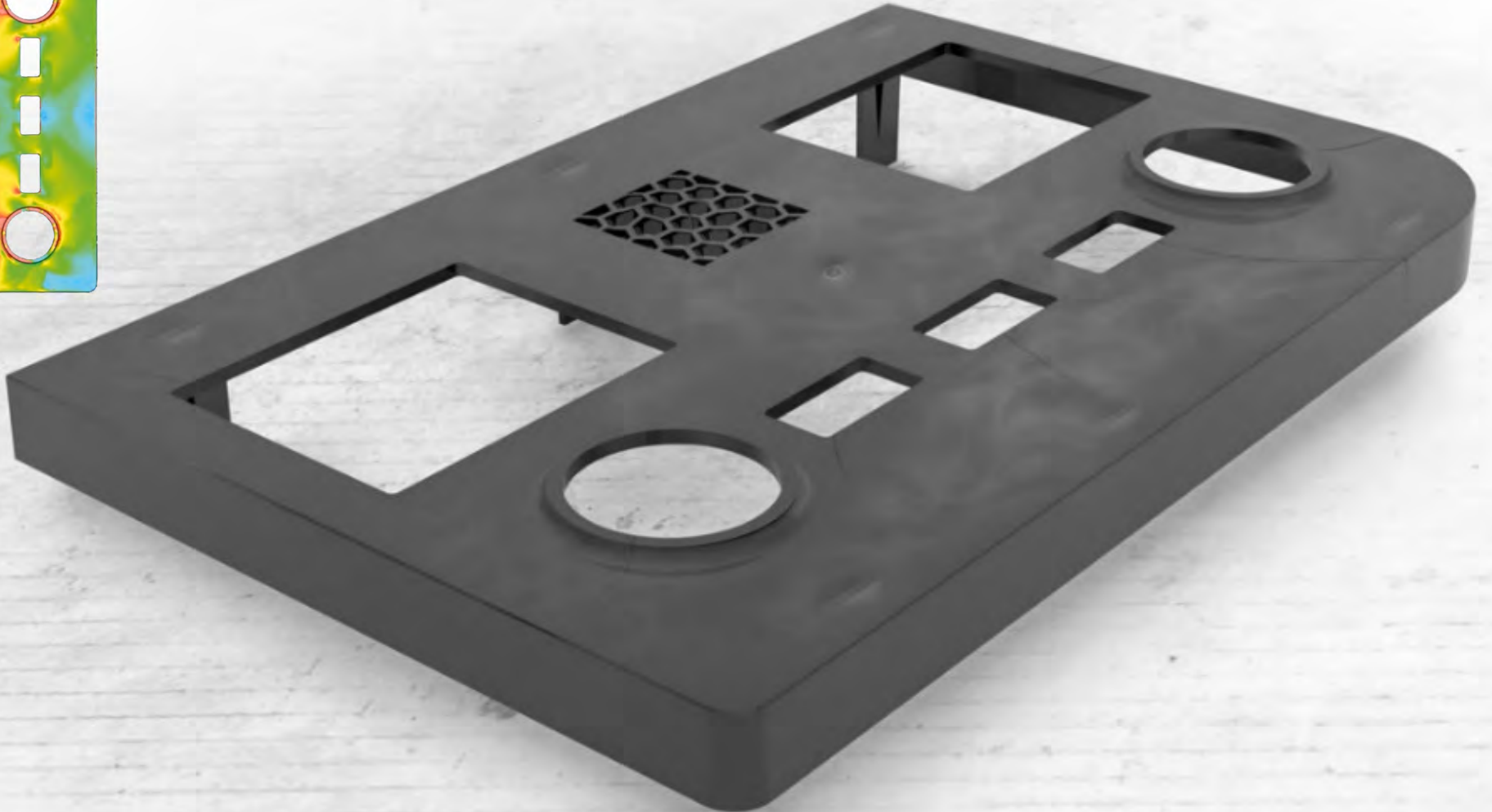
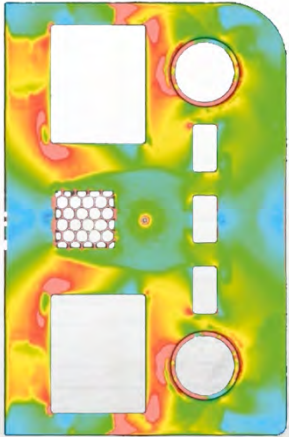


Keine sichtbaren
Bindenähte



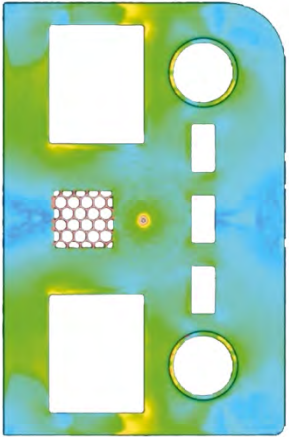
ANWENDUNGSBEISPIEL

Einfluß der Variothermie auf die Qualität



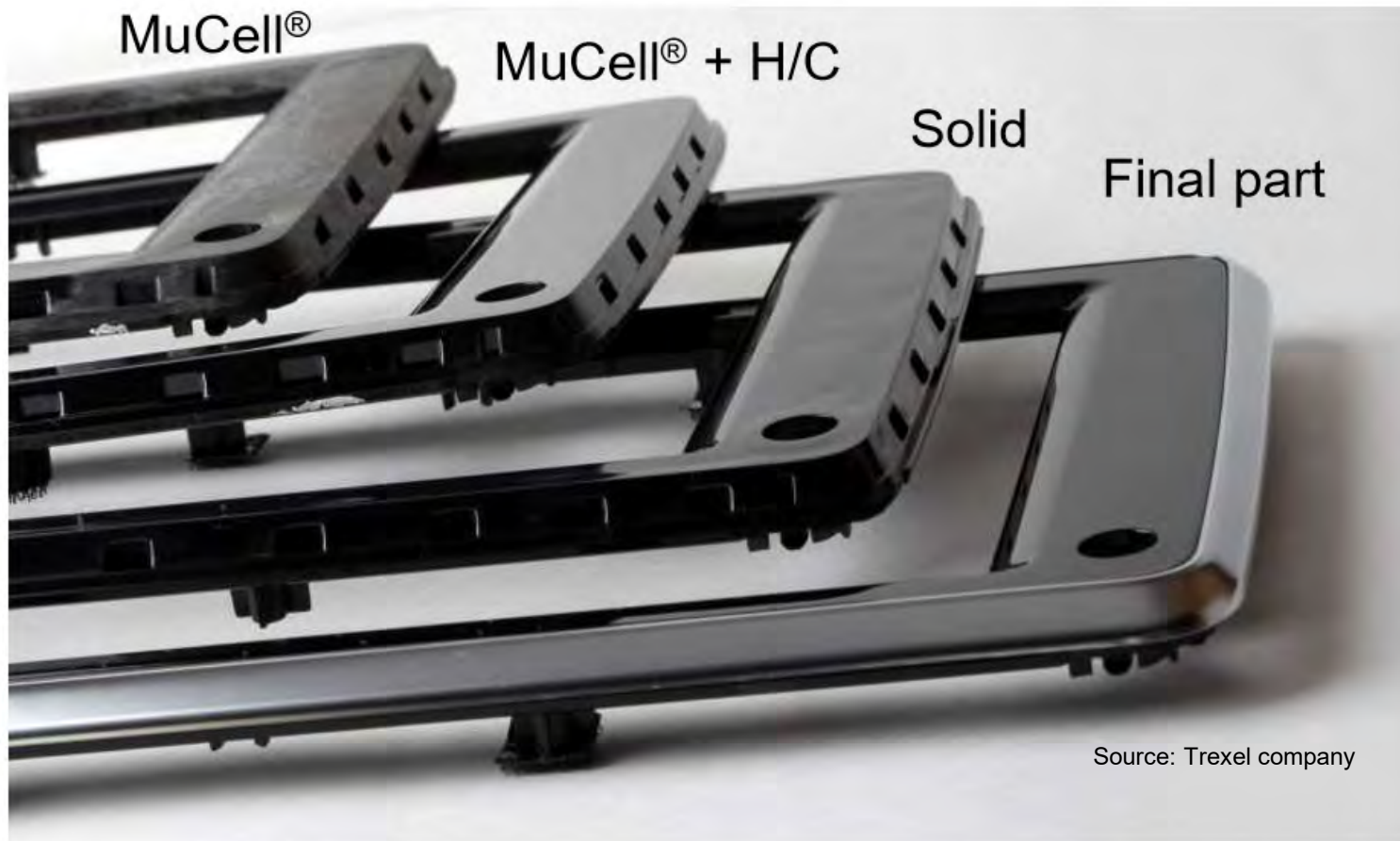
ANWENDUNGSBEISPIEL

Einfluß der Variothermie auf die Qualität



ANWENDUNGSBEISPIEL

Physikalisch geschäumtes PC/ABS im Variothermprozess



Source: Trexel company

Wie schnell bewerkstellige ich das Heizen und Kühlen in meinem Variothermprozess?

Die Berechnung der Zeitkonstante „Tau“ gibt Aufschluss darüber, welche Faktoren bei der Aufheiz- und Abkühlgeschwindigkeit eine Rolle spielen.

Werkzeug-Zeitkonstante τ_m als Indikator für die Reaktionszeit mit der die Werkzeugwandtemperatur auf eine Temperaturänderung des Temperiermediums reagiert.

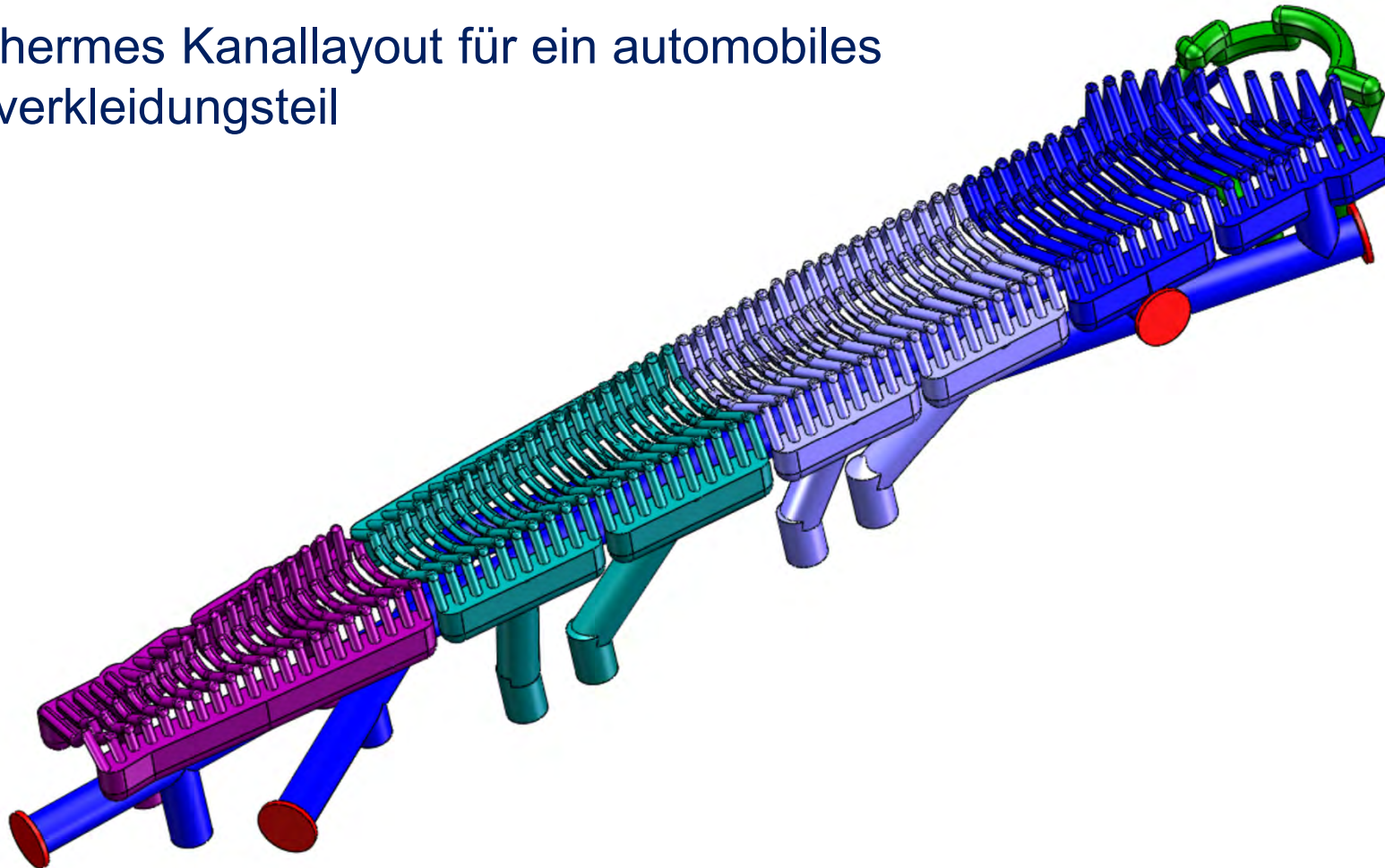
$$\tau_m = \frac{\rho_m c_m l_m^2}{K_m} \left(1 + \frac{2WK_m}{h\pi D l_m} \right)$$

ρ_m is the mold density c_m is the mold specific heat
 l_m is the vertical distance from conformal channels to mold wall
 K_m is the mold thermal conductivity

(Source: „Rapid thermal cycling with low thermal inertia tools“ ; Robert X. Xu, Department of Biomedical engineering, Ohio State University, Columbus Ohio 43210; Emanuel Sachs, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge Massachusetts 02139)

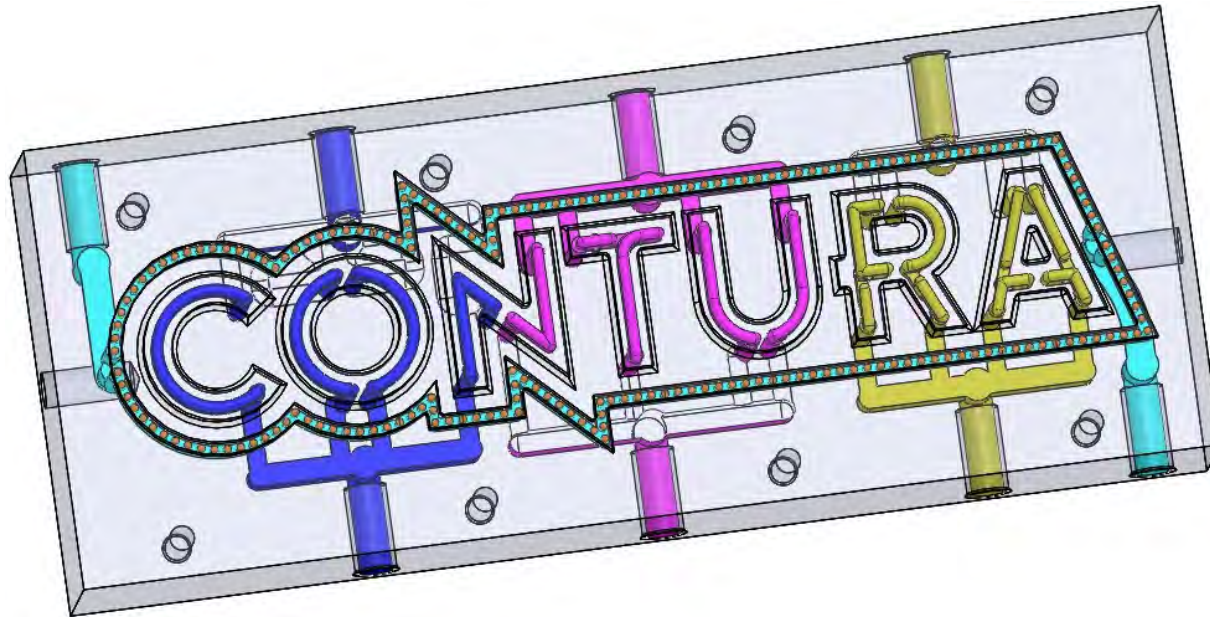
ANWENDUNGSBEISPIEL

Variothermes Kanallayout für ein automobiles
Innenverkleidungsteil



ANWENDUNGSBEISPIEL

Temperierung eines Musterteils variotherm





110°

CONTURA

Aufheizzeit von 25°C auf 110°C in 3 Sekunden

Welche Leistung benötige ich für meinen Variothermprozess?

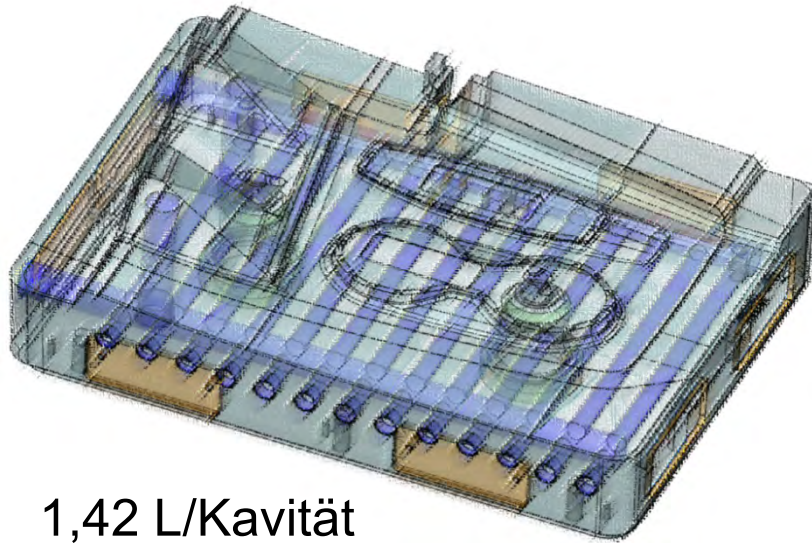
Theoretisch benötigte Leistung nach Ermittlung
mit der variothermen Masse unter
Berücksichtigung der Zielzykluszeit

**Welche Leistung benötige ich für
meinen Variothermprozess?**

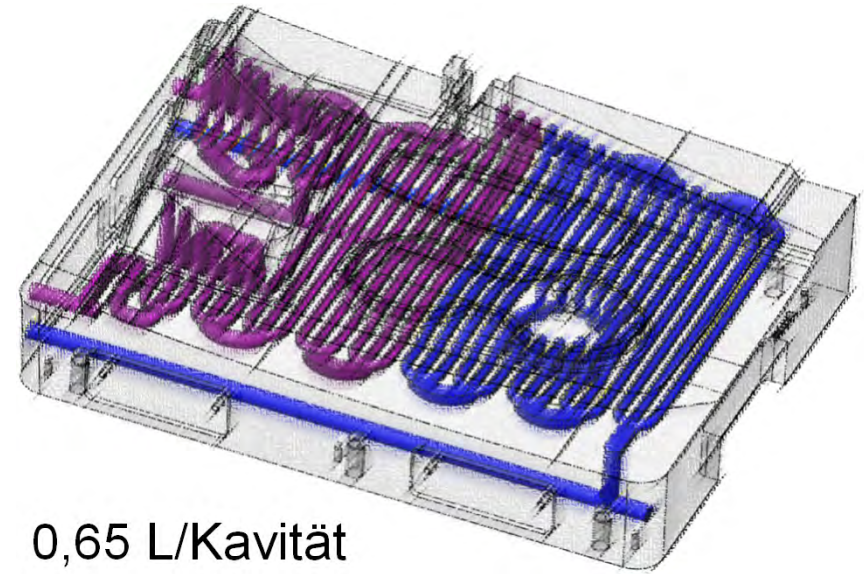
$$P = \frac{m (kg) \times \Delta T (K) \times c \left(\frac{KJ}{KgK} \right)}{t (s)}$$

Geringere variotherme Masse bedeutet
weniger benötigte Heizleistung!

Wassermenge Konventionell vs CONTURA

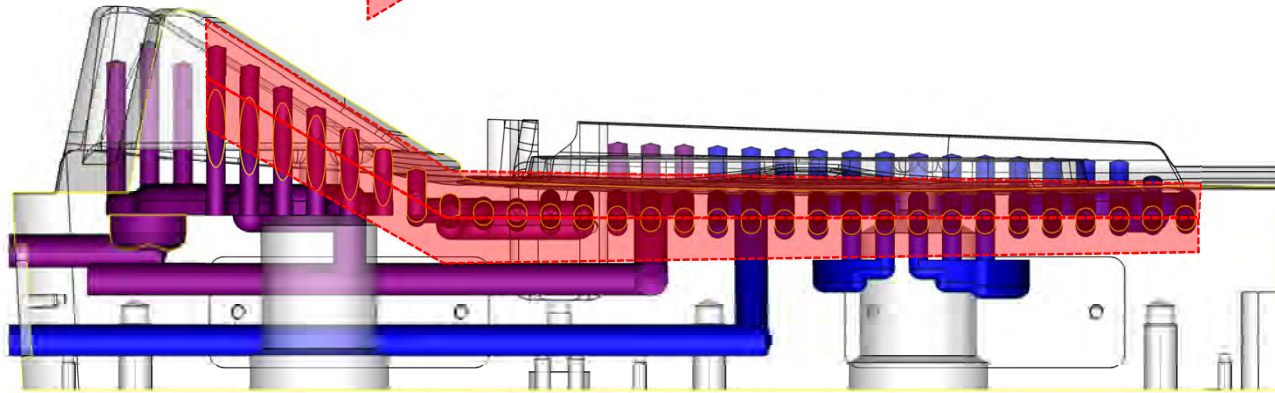
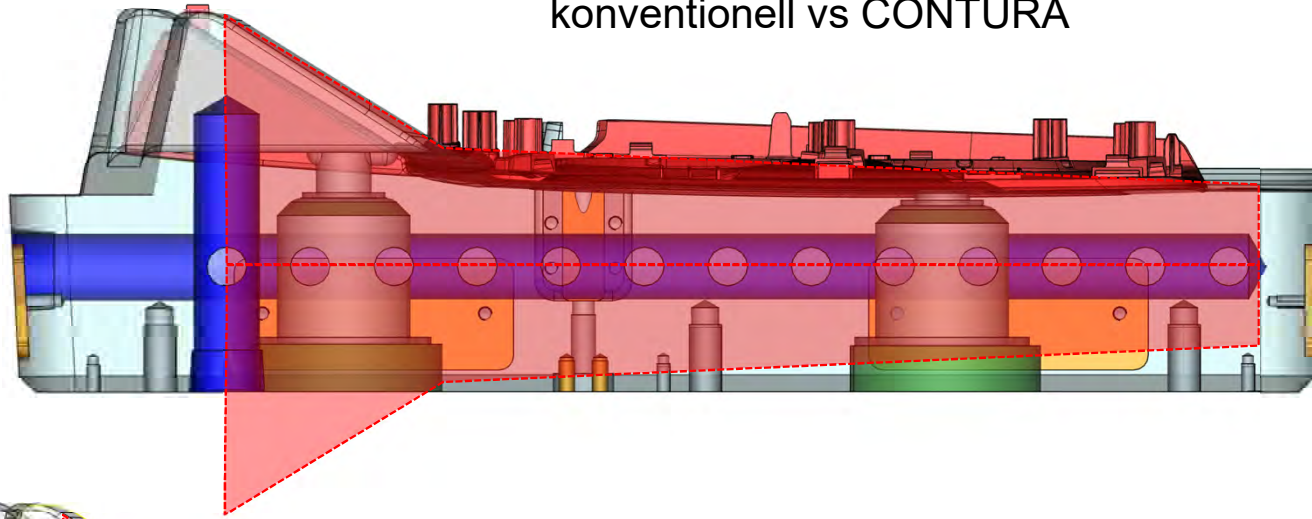


1,42 L/Kavität



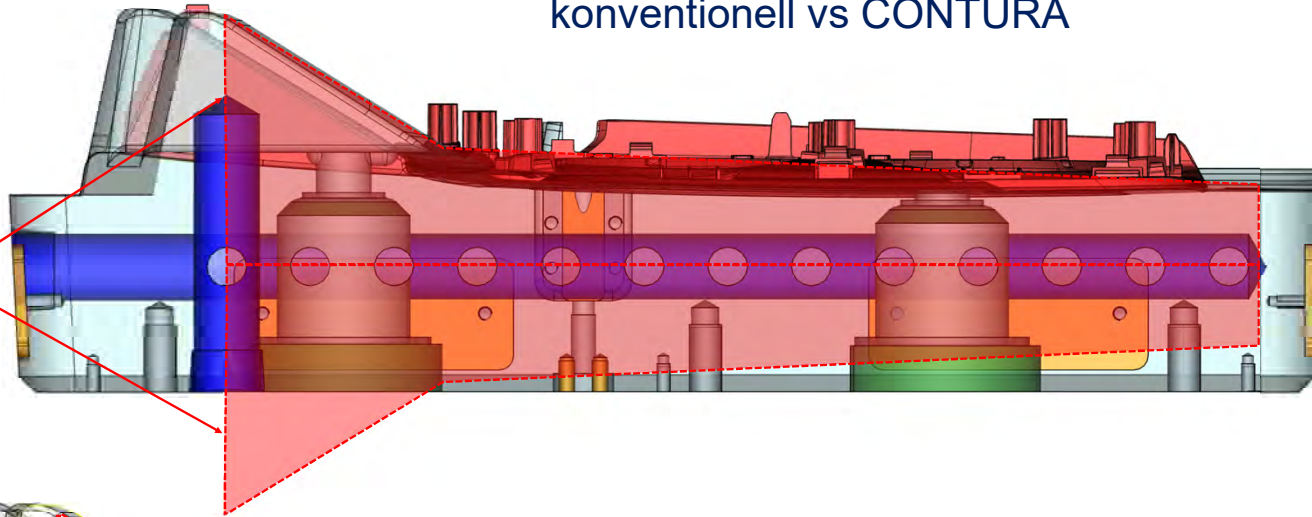
0,65 L/Kavität

Ermittlung der variothermen Stahlmasse
konventionell vs CONTURA

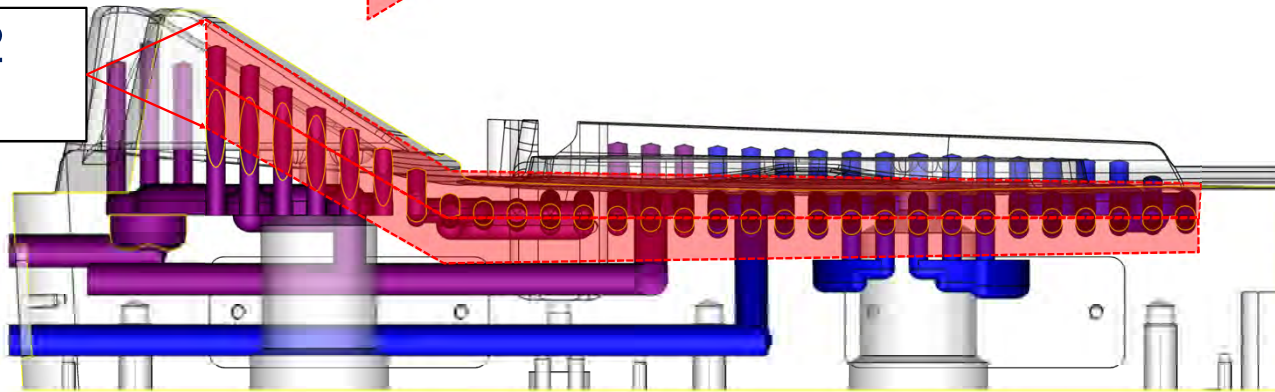


Ermittlung der variothermen Stahlmasse konventionell vs CONTURA

Σ 35,46
Kg

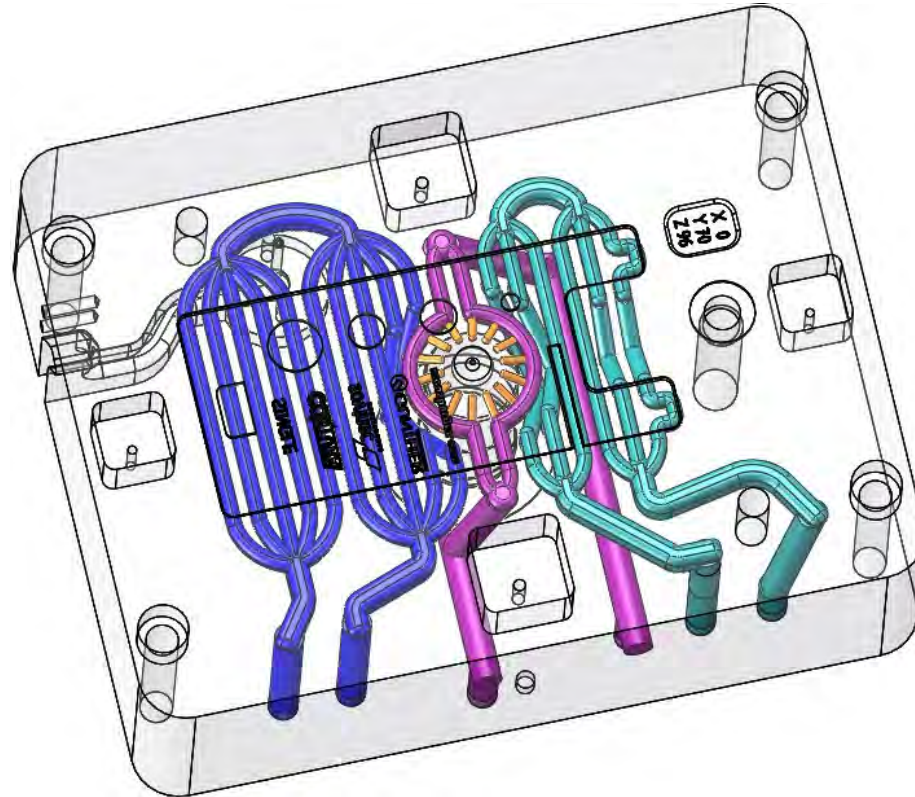


Σ 9,52
Kg



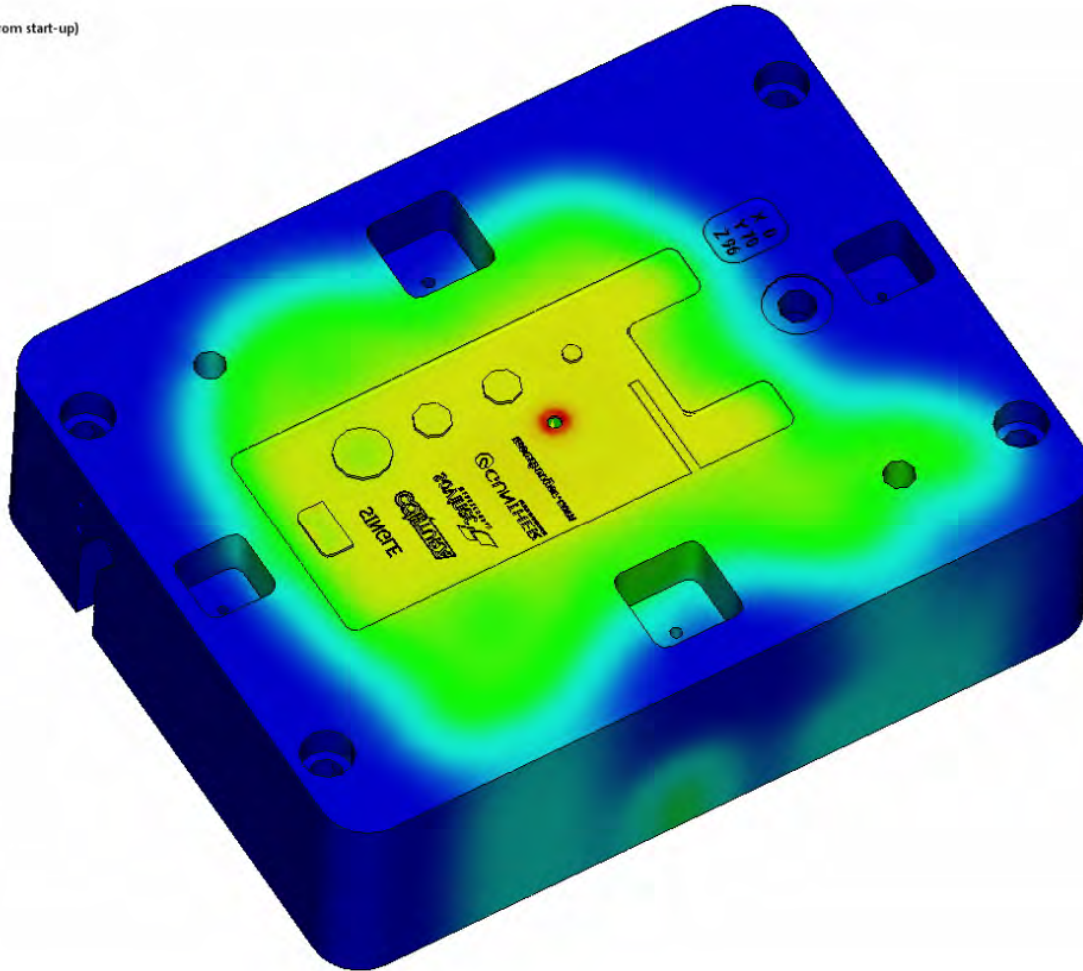
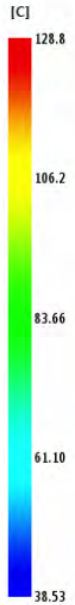
ANWENDUNGSBEISPIEL

Temperierung eines Musterteils (Handyhalter) variotherm



Einsatz DS

Temperature, mold (transient from start-up)
Time = 33.00[s]



FEM-Simulation Handyhalter variotherm

Weniger in den Variothermprozess eingebundenes
Temperiermedium und weniger eingebundener
Formenstahl bedeutet einen wesentlich
geringeren Energieverbrauch und damit eine

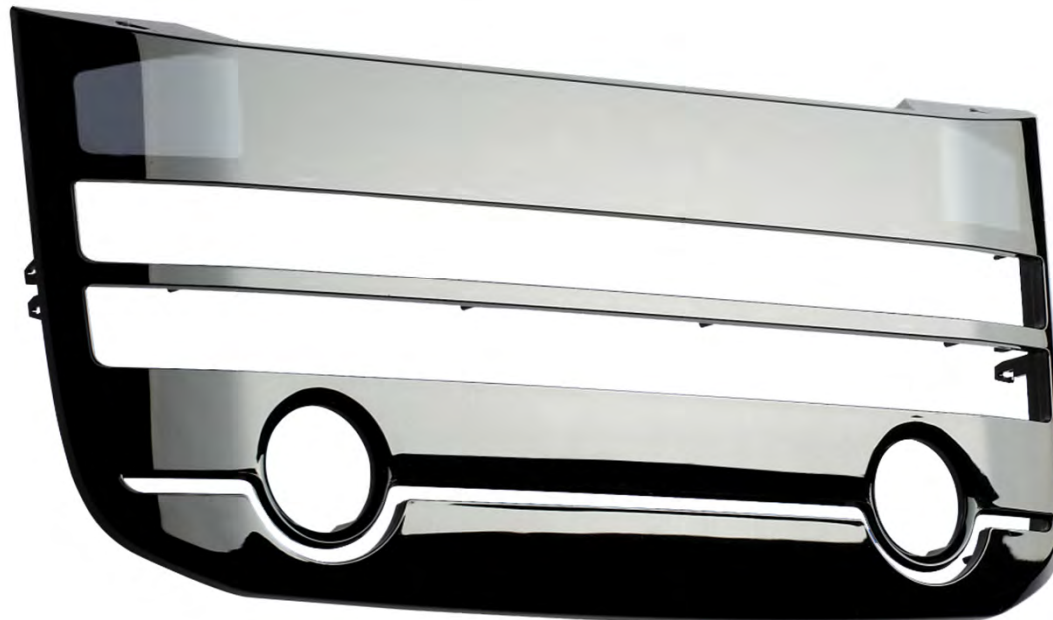
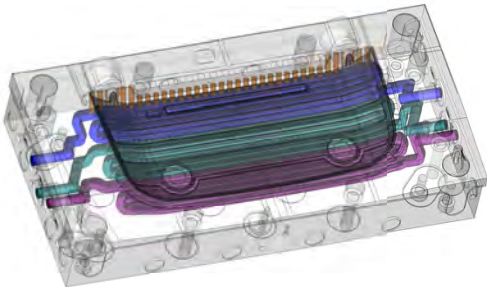
→ EINSPARUNG VON ENERGIE UND CO₂

Konturnahe Temperierung in Variothermprozessen hilft:

- Die Heiz- und Kühlzeiten und damit auch die Zykluszeit drastisch zu reduzieren;
- Die Homogenität der Werkzeugtemperatur zu verbessern;
- Den Energieverbrauch bei auf flüssigen Medien basierter Variothermie signifikant zu reduzieren.

WEITERE ANWENDUNGSBEISPIELE

ANWENDUNGSBEISPIEL

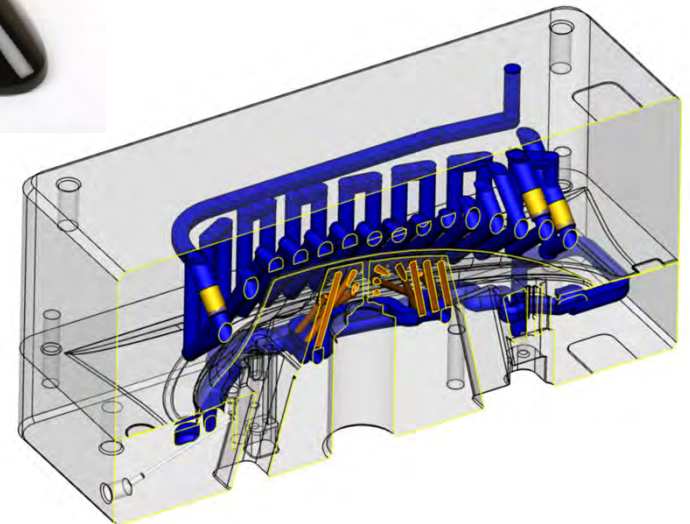
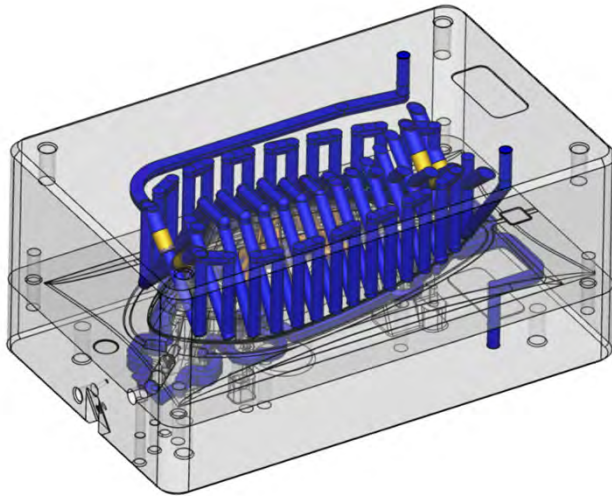


ERGEBNIS:

- Reduzierung der Zykluszeit um 23%
- Bindenahtbeseitigung
- Verringerung von Verzug

ANWENDUNGSBEISPIEL

Shark fin (variotherm)



Geht man davon aus, dass man aufgrund von Variotherm-Prozessen auf eine Lackierung von Formteilen teilweise oder sogar komplett verzichten kann, so ist der **CO₂-FUßABDRUCK** des variotherm gefertigten unlackierten Formteils

UM BIS ZU 15 MAL KLEINER

BOOST YOUR PROCESS!



 **CONTURA**

www.contura-mtc.de



THANK YOU FOR YOUR
ATTENTION!