

## **DIENSTLEISTUNGSÜBERSICHT LASERGENERIEREN WERKZEUG- UND FORMENBAU**



LBC LaserBearbeitungsCenter GmbH

Im Moldengraben 34  
D-70806 Kornwestheim  
Tel.: 07154/80 88 - 0  
Fax: 07154/80 88-28

E-Mail: [Info@LBC-GmbH.de](mailto:Info@LBC-GmbH.de)  
Internet: [www.LBC-GmbH.de](http://www.LBC-GmbH.de)  
[www.Lasergenerieren.de](http://www.Lasergenerieren.de)

- Übersicht der Dienstleistungen
- Lasergenerieren
  - Grundlagen
  - Beratung
  - Konstruktion
  - Simulation
  - Umsetzung

- Übersicht der Dienstleistungen
- **Lasergenerieren**
  - Grundlagen
  - Beratung
  - Konstruktion
  - Simulation
  - Umsetzung

LBC bietet die generative Herstellung metallischer Werkstücke seit 2004 als Dienstleistung an. Somit zählt LBC, speziell im Werkzeug- und Formenbau zu den Pionieren.

Anfänglich wurde die Trumaform LF250 aus dem Hause Trumpf eingesetzt.



Seit 2006 verwendet LBC Maschinen des Typs M270 von EOS.



Seit kw 34/2011 setzt LBC zusätzlich eine M280 von EOS ein.



## Verwendete Lasergenerieranlage

Es gibt verschiedene Hersteller, die Anlagen für generative Laserverfahren anbieten. LBC setzt mehrere Maschinen aus dem Hause EOS ein. Die EOSINT M270 besitzt folgende technische Spezifikation:

- **Laserquelle:** Faserlaser mit 200 W Leistung
- **Arbeitsraum:** ca. 250 X 250 mm, Z Achse 190mm
- **Bahnsteuerung:** 1 CNC Z-Achsen + X/Y Scanner
- **Bauraum:** Temperatur geregelt bis 100°C
- **Schutzgasatmosphäre:** Stickstoff
- **verwendbare Werkstoffe:** Werkzeugstahl 1.2709, Edelstahl, Bronzeverbundwerkstoff DM20, etc



## Verwendete Lasergenerieranlage

Die EOSINT M280 besitzt folgende technische Spezifikation:

- **Laserquelle:** Faserlaser mit 400 W Leistung
- **Arbeitsraum:** ca. 250 X 250 mm, Z Achse 300mm
- **Bahnsteuerung:** 1 CNC Z-Achsen + X/Y Scanner
- **Bauraum:** Temperatur geregelt bis 100°C
- **Schutzgasatmosphäre:** Stickstoff
- **verwendbare Werkstoffe:** Werkzeugstahl 1.2709, etc.



LBC konnte die Akzeptanz und Nachfrage lasergenerierter Werkzeuge, Prototypen und Serienbauteile stetig steigern. Im März 2008 wurde die Fertigungskapazität auf 2 Maschinen erhöht. KW 49/2009 wurde die 3. Maschine installiert. KW 34/2011 wurde eine M270 durch die neueste Maschinengeneration M280 ersetzt.



klimatisierte Fertigungszelle

Stand heute ist LBC speziell für den Werkzeug- und Formenbau der Dienstleister mit der größten Fertigungskapazität.

### Fakten:

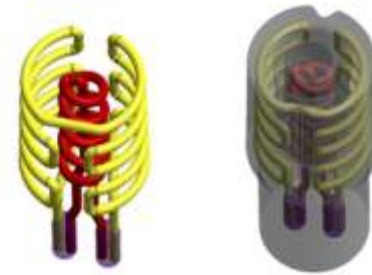
- ca. 95% der lasergenerierten Werkstücke sind konturnah temperierte Werkzeugeinsätze.
- ca. 1% der lasergenerierten Werkstücke sind Prototypen
- ca. 4% der lasergenerierten Werkstücke sind Serienbauteile
- pro Jahr verbaut LBC mehr als 1500 kg des Werkstoffs 1.2709, Tendenz steigend.



Eine Behälter entspricht 10 kg Pulverwerkstoff

## Anwendungsfelder:

- Konturnahe, geometrisch fast frei wählbare Temperierung eines Werkzeuges für Kunststoffspritzguss und Metalldruckguss.



- Schnelle, kostensparende Herstellung von in der konventionellen Fertigung nicht realisierbaren Bauteilen.



- Schnelle Herstellung von Funktionsprototypen und Kleinserien

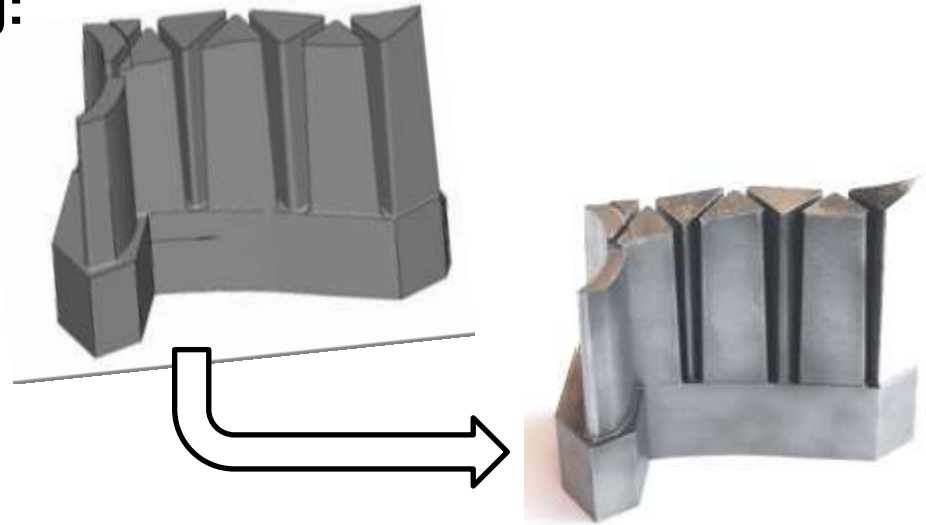


## **Vorteile lasergenerativ hergestellter konturnaher Temperierung:**

- > Reduzierung der Zykluszeit
- > Die Prozessregelfähigkeit wird optimiert.
- > Die Ausschussquote durch Verzug kann oft auf Null reduziert werden.
- > Der Kunststoff ist homogener und somit qualitativ höherwertig.
- > Der Kunststoff hat oberhalb einer Rippe keine Einfallstellen
- > Verringerung der Optimierungsschleifen während der Bemusterung
- > Das Werkzeug ist wesentlich schneller für den Serieneinsatz verfügbar.
- > Die hergestellte Form und das Werkstück entsprechen den CAD Daten.

## Vom CAD-Modell zum Rohling:

- Der 3D Datensatz wird in Schichten mit der vorgegebenen Schichtstärke horizontal geschnitten.
- Das Werkstück wird auf Basis dieser Daten schichtweise aus dem Metallpulver verschweißt.
- Die Fertigung erfolgt unter Stickstoff-Atmosphäre.
- Das nicht belichtete Pulver kann nahezu zu 100% aufbereitet und erneut verwendet werden.
- Partikel > 63 µm werden durch das Sieben des Pulvers aus diesem entfernt.



## Berechnung der Schichten



## Bearbeitung (Aufmaße):

- Die lasergenerierten Einsätze werden in der Regel mit einem Aufmaß von 0,5 mm / Wand gefertigt.
- Die äußere Randschicht dieses Gefüges ist nicht vollständig homogen.
- Im Bereich der Konturbelichtung kann ein „Porensaum“ auftreten



- Daher ist es notwendig mindestens 0,3 mm / Wand abzutragen. Das Aufmaß dient ebenso zur Kompensation von Verzügen durch den Bauprozess und die Wärmebehandlung.
- Nach dem Abtrag ist es möglich, Oberflächengüten in nahezu jeder gewünschten Qualität zu erzielen.

## Bearbeitung (Politur):

- Bearbeitete Oberflächen können in nahezu jeder gewünschten Qualität poliert werden.
- Der 1.2709 hat die Eigenart, dass bei der Zerspanung und Politur einzelne Oxide aus der Oberfläche herausbrechen können. Dies ist vollkommen unabhängig vom Lasergenerieren.
- Diese Störstellen sind in der Regel 10 bis 20  $\mu\text{m}$  groß. Somit sind optische Hochglanzpolituren, für z.B. Linsen nur eingeschränkt möglich!



## Bearbeitung (Beschichtungen):

- Lasergenerierte Werkzeugeinsätze können prinzipiell mit allen gängigen Beschichtungen versehen werden.
- Beschichtungen, die bei Prozesstemperaturen über 500 °C aufgebracht werden, sollten mit LBC abgestimmt werden, da der 1.2709 normalerweise bei 510°C ausgelagert wird.

## Lebensdauer generierter Werkzeugeinsätze:

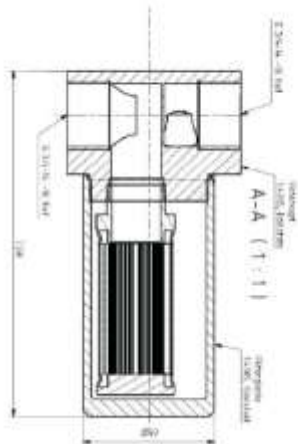
- Für eine lange Haltbarkeit und Lebensdauer der Einsätze mit konturnaher Temperierung ist es notwendig einige Regeln zu befolgen. Diese Regeln beziehen sich auf Betrieb und Wartung der konturnahen Kühlung.
- Wie aus dem tabellarischen Materialvergleich zu entnehmen ist, verfügt der 1.2709 über bessere mechanische Eigenschaften als viel andere Werkzeugstähle. Daher haben lasergenerierte Einsätze aus 1.2709 eine vergleichbare Lebenserwartung, wie Einsätze aus andere Werkzeugstahl.

	Ovar supreme (1.2344)	Stavax ESR (1.2083)	1.2343	1.2709
Dehngrenze 0,2% Rp0,2	1520 MPa	1360 MPa	1400 MPa	1980 MPa
Zugfestigkeit Rm	1830 MPa	1780 MPa	1600 MPa	2040 MPa
Bruchdehnung A	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe	3,50%
E-Module	210000 MPa	200000 MPa	215000 MPa	236000 MPa
Härte	52 - 54 HRC	48 - 52 HRC	52 - 54 HRC	52 - 54 HRC
Dichte	7,8 kg / dm <sup>3</sup>	7,8 kg / dm <sup>3</sup>	7,8 kg / dm <sup>3</sup>	8,04 kg / dm <sup>3</sup>
Wärmeausdehnungskoeffizient	12,6 X 10 <sup>-6</sup> m/(mK)	11,0 X 10 <sup>-6</sup> m/(mK)	11,3 X 10 <sup>-6</sup> m/(mK)	10,3 X 10 <sup>-6</sup> m/(mK)
Korrosionsbeständigkeit	ja	ja	nein	ja

- Garantien können im Einzelfall mit LBC verhandelt werden.

## Voraussetzungen Betrieb und Wartung von konturnaher Kühlung

- Einsatz von geeigneten Filtern.



• Anschlussgröße:	G 3/4"
• Medium:	Wasser/ÖL
• Druckbereich:	PN 16
• Temperaturbereich:	max. 200 °C
• Filterfläche:	ca. 157 cm <sup>2</sup>
• Dichtung:	PTFE
• Abmessungen: l x b x h	66 x 50 x 128 mm
• Gewicht:	ca. 1,2 kg

- konturnahe Kühlkreisläufe möglichst separat anschließen.
- Die Kanäle können bei Bedarf im Ultraschallbad gereinigt werden.
- Verkalkungen können, soweit sie überhaupt entstehen, mit entsprechenden Spülanlagen entfernt werden.
- Beim Einlagern des Werkzeug Kühlung gründlich ausblasen.

# Materialdaten 1.2709

## Verwendung:

Formen für Kunststoffspritzguss, Leichtmetall und Druckguss, Verzahnungsstempel, Kaltfließpresswerkzeuge, etc.

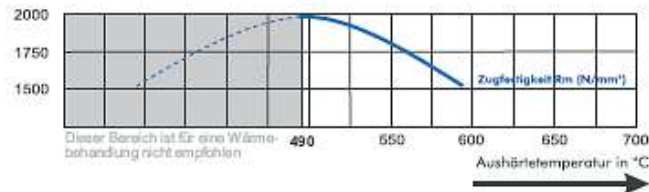
## Werkstoffeigenschaften:

Martensitaushärtender Werkzeugstahl, verzugsam, sehr gute Zähigkeit, hohe Streckgrenze und Zugfestigkeit. Gleichmäßige Schrumpfung von 0,09 %.

## Chemische Zusammensetzung: (siehe Seite 2)

## Physikalische Eigenschaften:

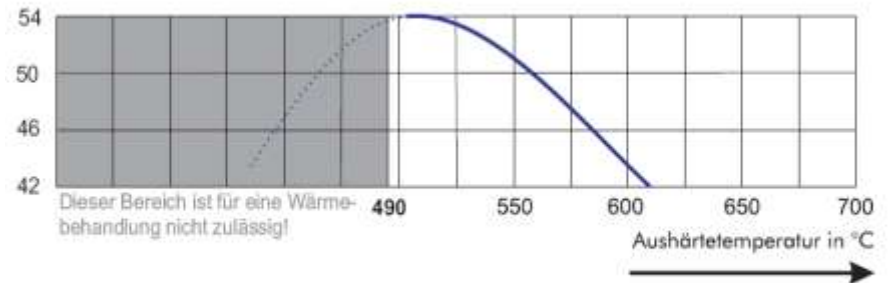
Wärmeleitfähigkeit: 14,2 W/(m K) bei 20 °C  
 Wärmeleitfähigkeit: 19 W/(m K) bei 500 °C  
 Wärmeleitfähigkeit: 21 W/(m K) bei 600 °C  
 Wärmeleitfähigkeit: 28,6 W/(m K) bei 1300 °C  
 Wärmeausdehnungskoeffizient:  $10,3 \times 10^{-6}$  m/(m K) bei 20 bis 100 °C  
 Zugfestigkeit: ca. 1100 N/mm<sup>2</sup> (lasergeneriert)  
 Zugfestigkeit: max. ca. 2000 N/mm<sup>2</sup> (nach Auslagern)  
 Bruchdehnung: ca. 11% (lasergeneriert)  
 Bruchdehnung: ca. 3% (nach Auslagern)  
 Härte: ca. 35 HRC (lasergeneriert)  
 Härte: ca. 52 HRC (nach Auslagern bei 510°C)



## 1.2709 spezifische Eigenschaften:

Oberflächenrauigkeit: nach Mikrostrahlen: Rz 40 - 60  
 der Werkstoff ist polierbar  
 Bauteilgenauigkeit: abhängig von der Bauteilgröße ca. ± 0,05 bis ± 0,1 mm  
 kleinste Wandstärke: 0,5 mm, in Sonderfällen 0,3 mm

## Härteschaubild Standard 1.2709:



**Beim Warmauslagern, bzw. Härten ist folgendes unbedingt zu beachten:**

### Das Warmauslagern des 1.2709 muss in einem geregelten Härteofen erfolgen!

Die für eine Wärmebehandlung minimale zu erreichende Temperatur ist 490°C. Dies gilt auch dann, wenn die gewünschte Härte unter 54 HRC liegt. In diesem Fall muss eine Temperatur über 500°C verwendet werden.

### Vorgehensweise für eine Wärmebehandlung:

1. Nach Erreichen der Zieltemperatur (z.B. 500°C) muss diese 6 Stunden gehalten werden.
2. Zum Abkühlen muss die Ofentemperatur geregelt und gleichmäßig reduziert werden. Die Abkühlgeschwindigkeit ist 2°C/min.
3. Nach dem Erreichen der 300°C kann das Bauteil im Ofen ungeregelt abgekühlt werden.

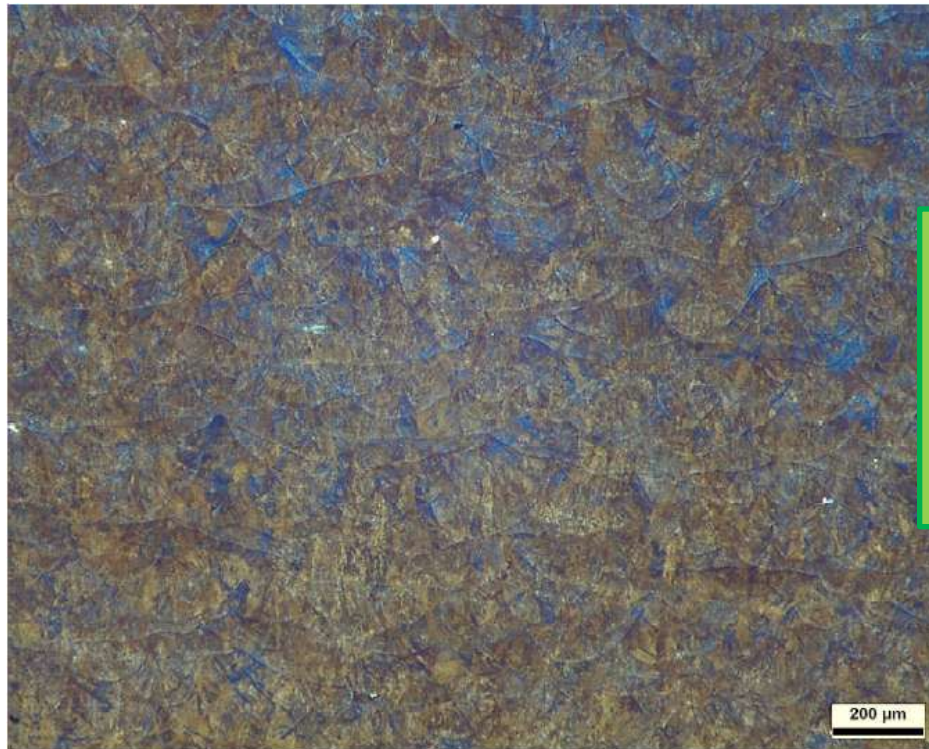
Ein Abschrecken der Werkstücke, bzw. gezielt schnelleres Abkühlen, ist nicht zulässig!

## Werkzeugstahl 1.2709



Der Dichtewürfel (1.2709) weist eine Dichte von **8,1 kg/dm<sup>3</sup>** auf.

## Werkzeugstahl 1.2709



Querschliff:  
Ätzmittel Beraha II

Befund:  
**sehr vereinzelte  
Einschlüsse**

Härte 52 HRC

EUROR  
LABOR

### Chemische Zusammensetzung

Element	C	Si	Mn	Mo	Ni	Co	Ti	Al	Cr	P	S
Ist-Wert [Gew.-%]	0,011	0,018	0,069	5,38	18,49	9,12	0,632	0,038	0,025	0,0060	0,0094

Der Dichtewürfel (1.2709) weist eine Dichte von **8,1 kg/dm<sup>3</sup>** auf.

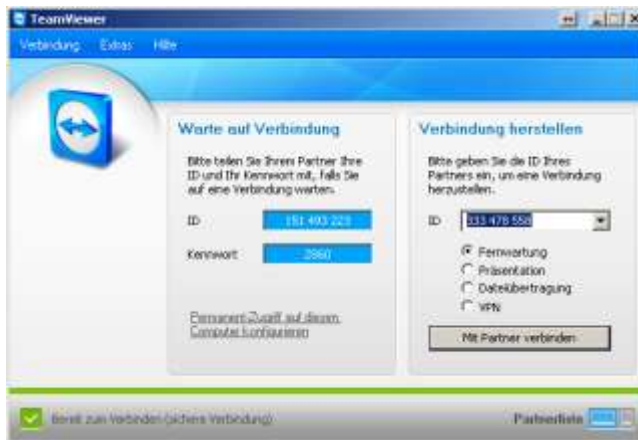
- Übersicht der Dienstleistungen
- Lasergenerieren
  - Grundlagen
  - **Beratung**
  - Konstruktion
  - Simulation
  - Umsetzung

## TC<sup>3</sup> Engineering - Beratung:

Das Verfahren Lasergenerieren wird von LBC in Dienstleistung angeboten. Seit 2004 konnte ein sehr umfangreiches Know-How aufgebaut werden. Dieses Wissen stellt die Basis für die Umsetzung kundenspezifischer Aufgabenstellungen dar.

Speziell bei Neukunden werden durch eine ausführliche Beratung mögliche Berührungspunkte beseitigt. Alle technologischen Fakten werden dem Kunden vermittelt.

Dies ist die Grundlage für eine gute, zukünftige Zusammenarbeit und der Schlüssel zu unserem Erfolg.



## **T<sup>3</sup>C** Engineering:

LBC bietet Ihnen ein komplettes Engineering-Paket.

Umfang dieses Paketes ist die Analyse neuer oder bestehender Werkzeuge hinsichtlich des thermischen Haushaltes, deren Optimierung und Konstruktion bis hin zur lasergenerativen Fertigung des Werkzeugeinsätze.

Unsere langjährige Erfahrung in lasergenerativen Bauprozessen sowie in der Entwicklung und Konstruktion von Spritzwerkzeugen gibt Ihnen die Chance, unsere Fähigkeiten unter dem internationalen Markenbegriff **T<sup>3</sup>C** für Ihre Projekte zu nutzen.

**T<sup>3</sup>C** ist die erste Wahl um Ihre Produkte noch hochwertiger und gleichzeitig kostengünstiger herzustellen.

**T<sup>3</sup>C** steht für individuelle, kundenspezifische Lösungen konturnaher Temperierung und die Herstellung lasergenerierter Werkzeugeinsätze.

- Übersicht der Dienstleistungen
- Lasergenerieren
  - Grundlagen
  - Beratung
  - **Konstruktion**
  - Simulation
  - Umsetzung

## **TC<sup>3</sup> Engineering - Konstruktion:**

Speziell die Konstruktion konturnaher Temperierkanäle erfordert Erfahrung. Aus diesem Grund bietet LBC seinen Kunden die konstruktive Umsetzung komplexester Temperierlösungen an. Dies erleichtert speziell Neukunden die schnelle Umsetzung potentieller Projekte.

Auf Wunsch bietet LBC Konstruktionsschulungen für bestehende Kunden an. Dieser Know-How-Transfer erleichtert unseren Kunden den Umgang mit lasergenerierten Werkzeugen und erspart ihnen aufwendige Überarbeitungen bereits konstruierter Werkzeuge.



# TC<sup>3</sup> Engineering - Konstruktion:

## Information:

Die Abbildung zeigt die Kühlkanäle eines seit über 24 Monaten im Einsatz befindlichen Werkzeug-einsatzes.

### Geometrie:

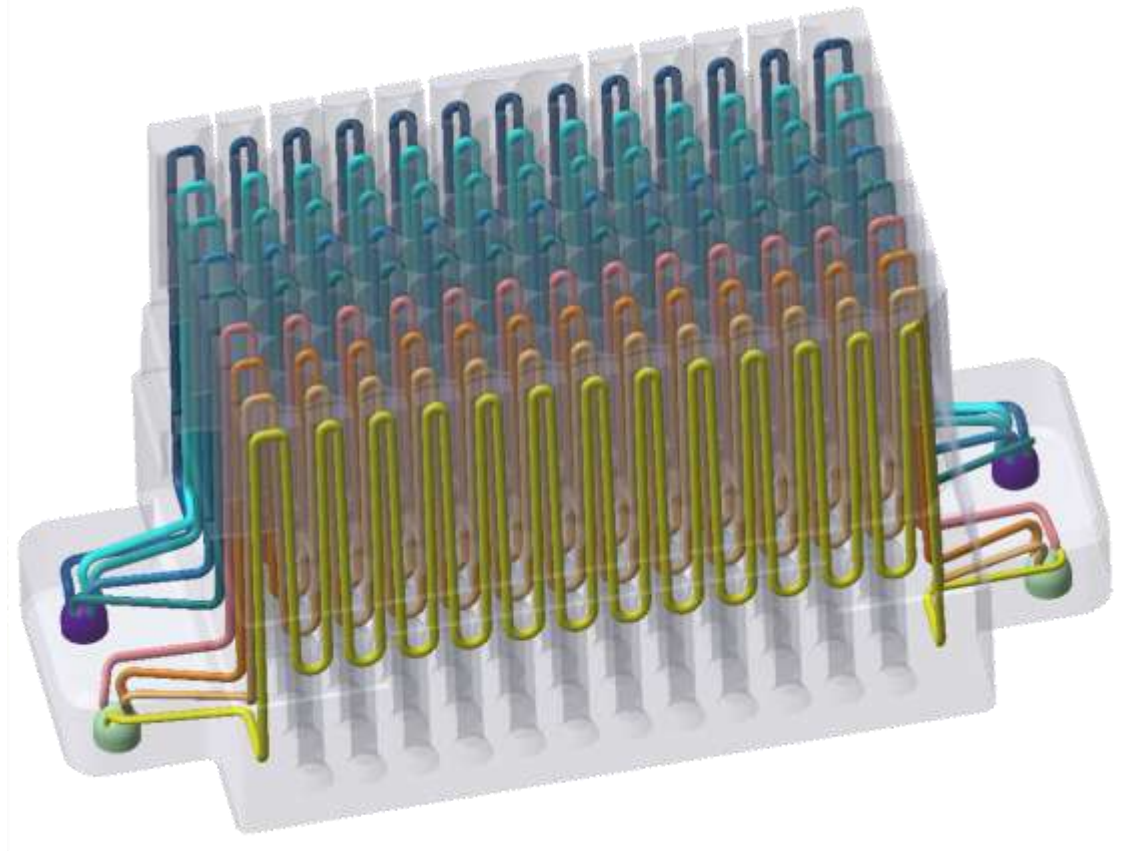
Ellipse stehend 1,3 mm x 1,8 mm  
entspricht  $\varnothing$  1,53 mm

2 Kreisläufe 1x 4-fach parallel  
1x 5-fach parallel

betrieben mit 6 bar und Filter  
Kühlmedium Wasser

**Die Gesamtlänge aller Kanäle beträgt 12.500 mm!**

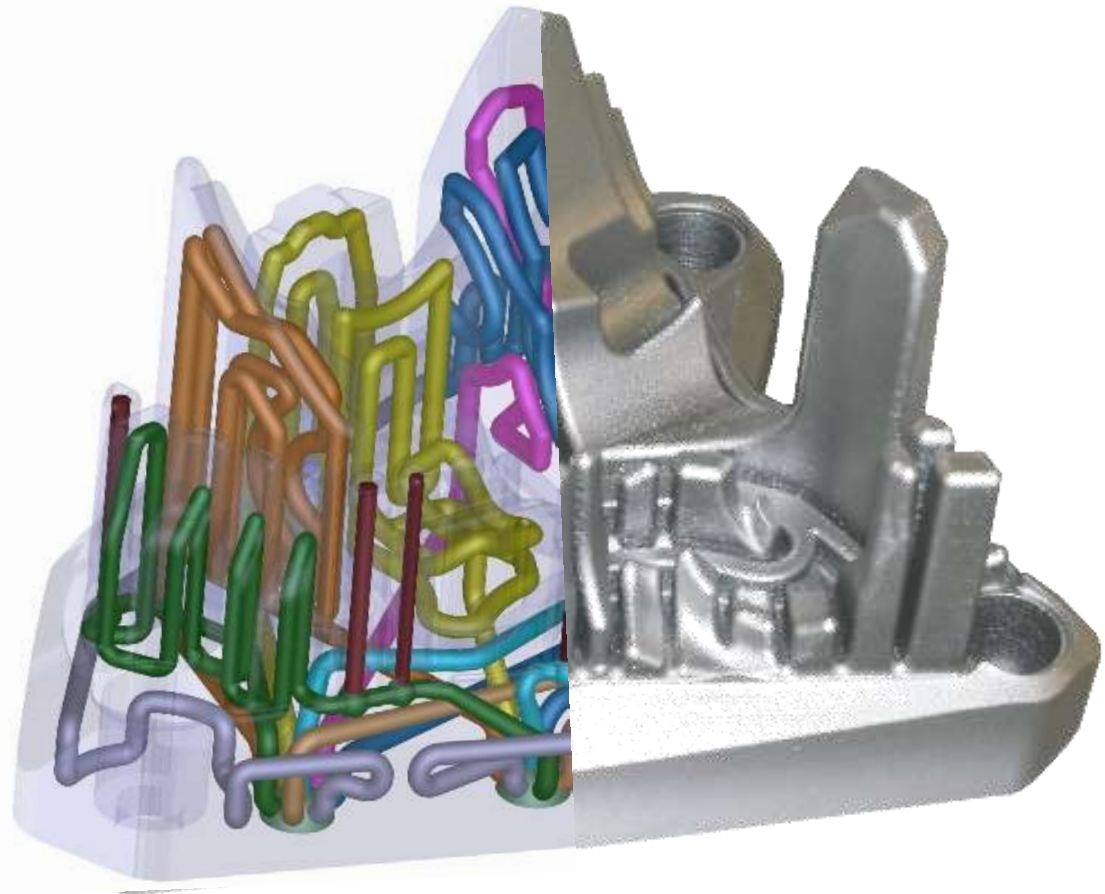
**Die Kühlzeit wurde halbiert!**



## **TC<sup>3</sup> Engineering - Konstruktion:**

### **Information:**

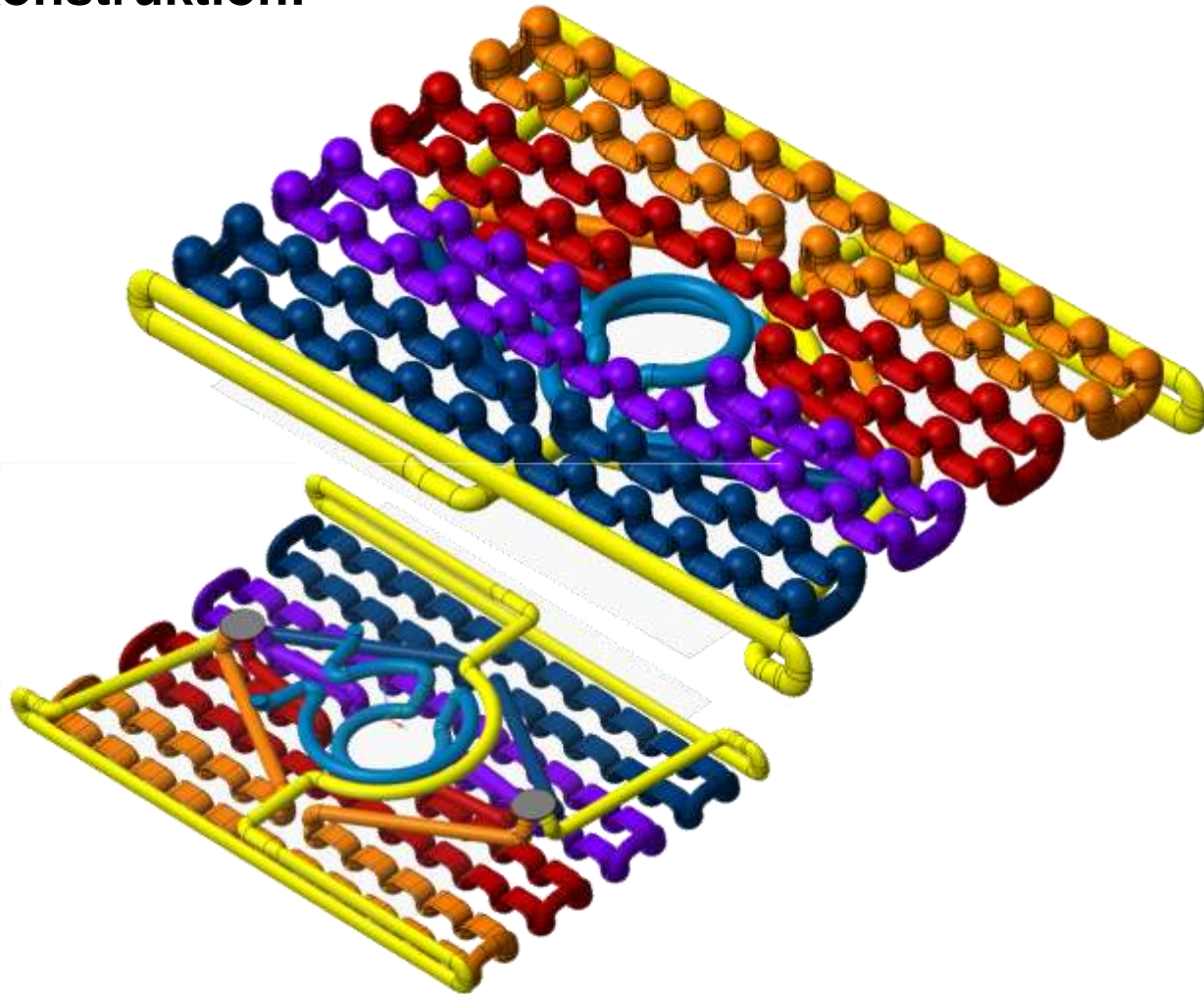
Komplexe Werkzeuge erfordern aufwendige Konstruktionen, um diese perfekt, konturnah zu temperieren. Die hier gezeigte Konstruktion erfordert fundierte Erfahrung des Konstrukteurs. Somit war es möglich dieses Kanalsystem zu realisieren. Hier wurden 8 Abgänge mit  $\varnothing 3$  mm und nahezu identische Kanallänge aus einem 10 mm Zugang verzweigt. Dies gewährleistet in jedem Kanal die gleiche Strömung des Kühlmediums.



# TC<sup>3</sup> Engineering - Konstruktion:

## Information:

Die Abbildung zeigt die Kühlung eines düsenseitigen Einsatzes. Werkzeugseitig erfolgt die Einspeisung über 2 Kreisläufe. Im Einsatz teilt sich ein Kreislauf in 5 etwa gleich lange parallele Temperierläufe auf. Der zweite Kreislauf dient der separaten Temperierung der Vorkammer. Die Kühlquerschnitte entsprechen  $\varnothing 3$  mm.

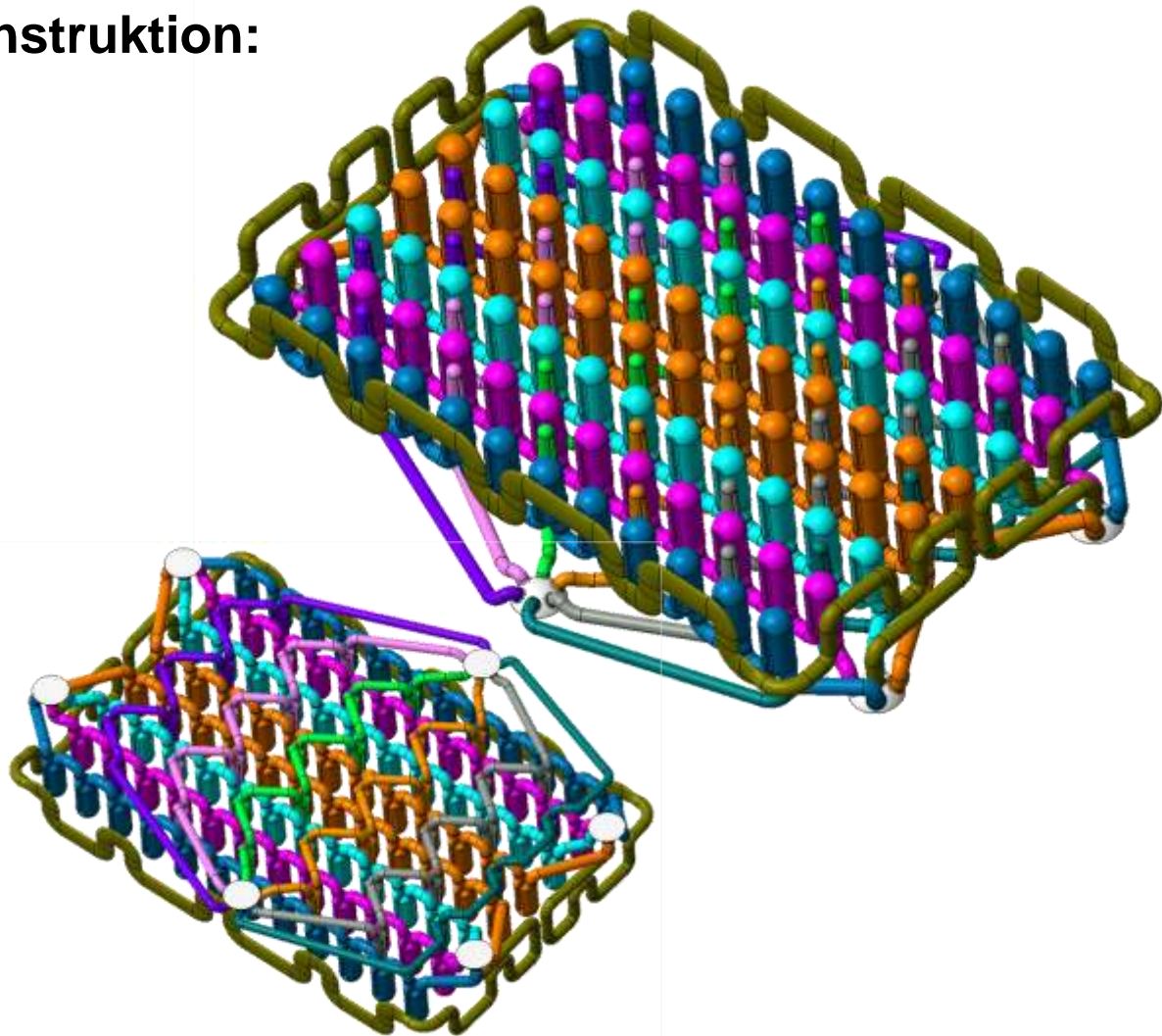


# TC<sup>3</sup> Engineering - Konstruktion:

## Information:

Die Abbildung zeigt die Kühlung des auswerferseitigen Einsatzes. Hier erfolgt die Anbindung über 3 Kreisläufe. 2 Kreisläufe versorgen symmetrisch in parallelen Linien je eine Hälfte des Einsatzes.

Der 3. Kreislauf versorgt die kleineren Dome ebenfalls in parallelen Linien. Die Kühlquerschnitte der Kreisläufe 1+ 2 entsprechen  $\varnothing 2,5$ . Kreislauf 3 entspricht  $\varnothing 1,6$ .



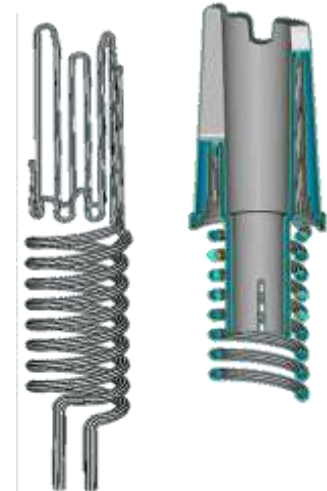
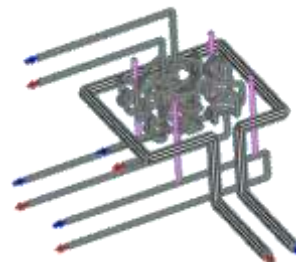
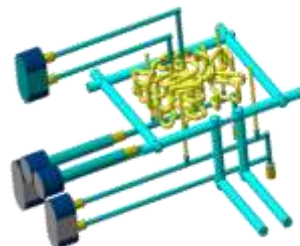
- Übersicht der Dienstleistungen
- Lasergenerieren
  - Grundlagen
  - Beratung
  - Konstruktion
  - **Simulation**
  - Umsetzung

## **TC<sup>3</sup> Engineering - Simulation:**

Die Simulation konturnaher Temperierungen ist eine wesentliche Entscheidungshilfe, da diese den zu erwartenden, wirtschaftlichen Erfolg der zu tätigenen Investition belegt.

### **Ablauf:**

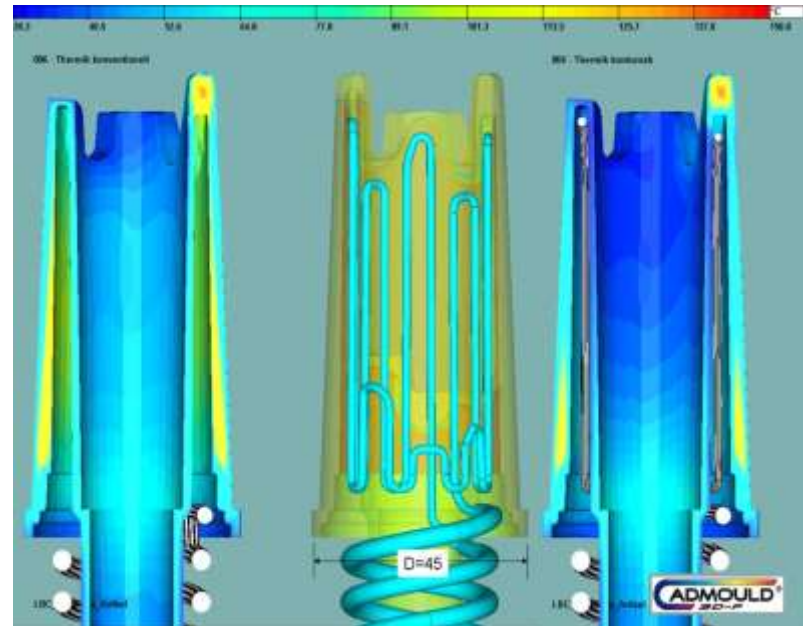
- Import der Kühlgeometrie
- Erstellen der konventionellen Kühlung
- Zuweisen von Kühlkreisläufen
- Prozessparameter Temperierung erfassen
- Zuweisen von Einsatzwerkstoffen zu den Bereichen des Artikels



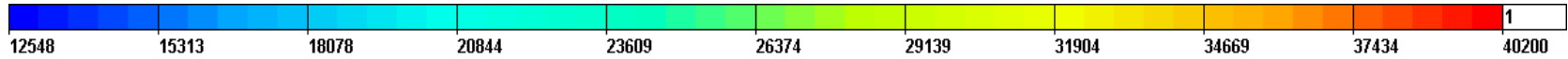
## Benötigte Angaben für die Simulation

Die Simulation der konturnahen Kühlung geschieht im Zusammenhang mit einer Fließanalyse. LBC verfügt mit der Software **ADMOULD<sup>®</sup> 3D-F** über ein Tool, in das die konstruktiv ausgelegten konturnahen Temperierkanäle importiert und damit simuliert werden können. Dazu werden folgende Angaben benötigt:

- CAD Daten des Artikels,
- Anspritzpunkte,
- Art der Anspritzung (z.B. Heißkanal),
- Kunststoff mit Datenblatt,
- Prozessparameter Spritzgießen
- CAD Daten der konventionellen Temperierung,
- Temperierdaten, Durchflussmenge, Druck, Anzahl der Kreisläufe, Temperaturen etc.

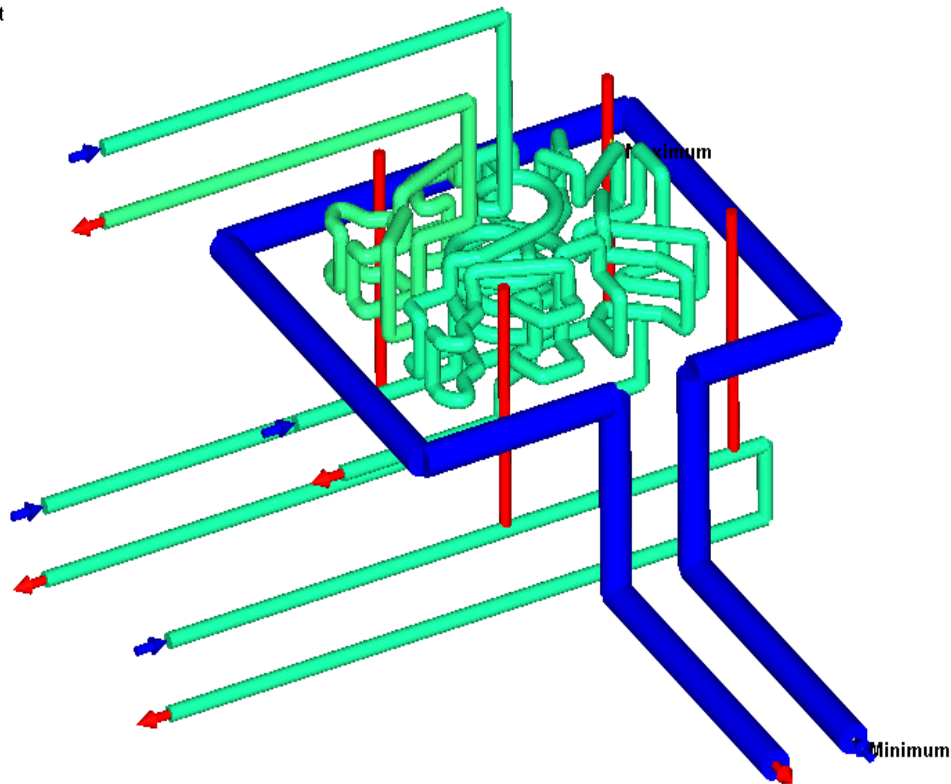


# Ergebnis: Reynoldszahl im Temperiersystem



011 - Berechnung Zyklus optimiert

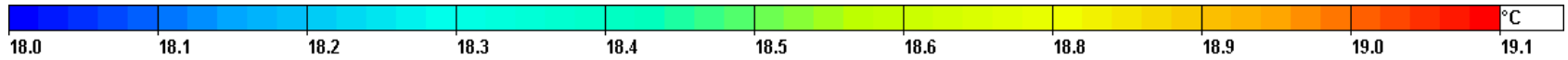
Temperiersystem  
Reynolds-Zahl [1]



Artikel

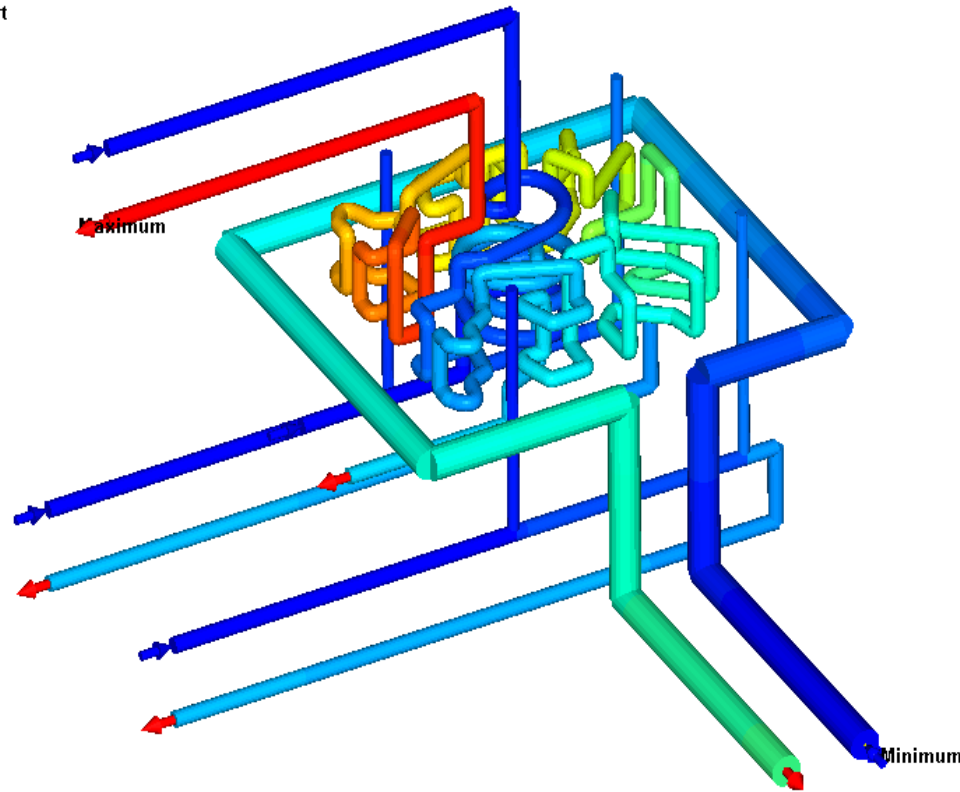


# Ergebnis: Temperaturunterschied im Kühlkreislauf



011 - Berechnung Zyklus optimiert

Temperiersystem  
Temperatur [°C]



Artikel



- Übersicht der Dienstleistungen
- Lasergenerieren
  - Beratung
  - Konstruktion
  - Simulation
  - **Umsetzung im Werkzeugbau**

## Kosten:

- Lasergenerierte Einsätze sind in der Regel teurer als konventionell hergestellte.
- Der kalkulierte Preis setzt sich aus 5 unterschiedlichen Teilen zusammen:
  - Rüstkosten
  - Zeit der Pulverbeschichtung
  - Arbeitszeit des Lasers
  - Zeit und Aufwand des Engineerings
  - Kosten der Wärmebehandlung
- Die Pulverbeschichtungszeit ist abhängig von der Höhe der Bauteile und damit von der Anzahl der Schichten. Die Zeit für den Auftrag einer Pulverschicht ist völlig unabhängig der Anzahl der Bauteile in einem Job.
- Die Laserbelichtungszeit ist abhängig von Länge und Breite der Bauteile, deren Anzahl und der Anzahl der Schichten.
- Daher ist es nicht möglich einen Richtpreis pro Volumeneinheit abzugeben.

## Realisierte Werkzeugeinsätze

### Information:

Konturnah gekühlter  
Rippenkern mit einem  
komplexen Verlauf der  
Kanäle.

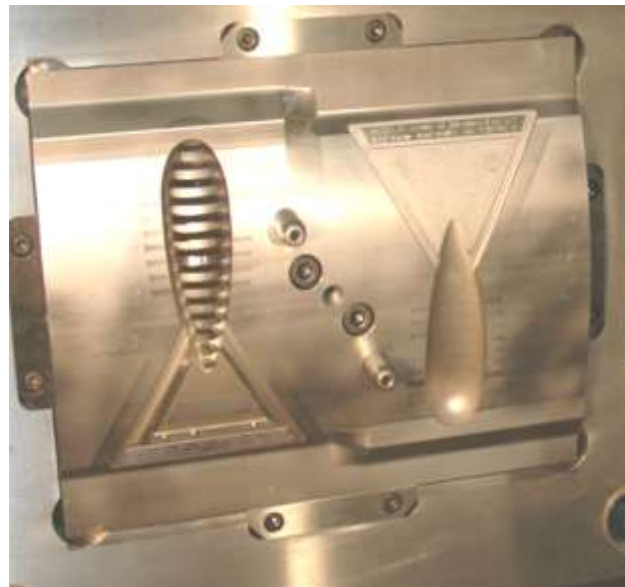


## Realisierte Werkzeugeinsätze (2004)

### Information:

Lasergenerierter Kühleinsatz für die Spritzgussform eines Eiskratzers.

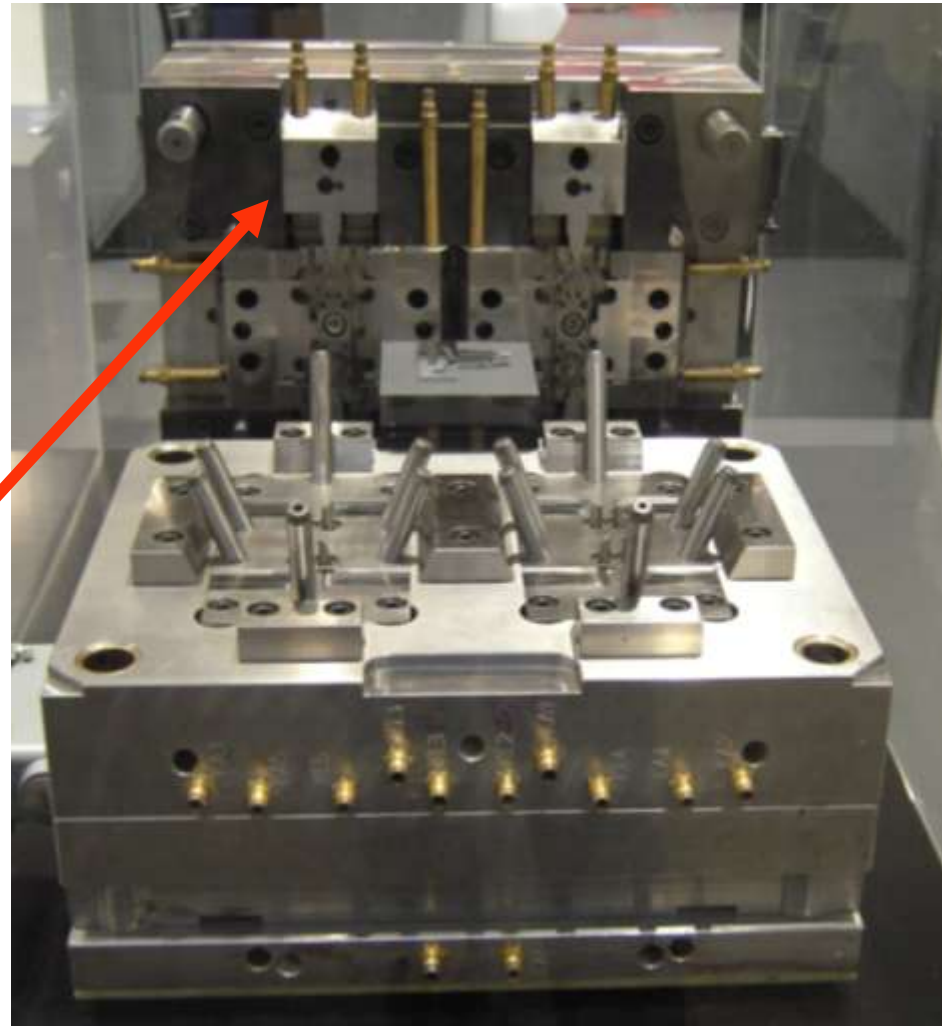
Durch die integrierten, konturnahen Kühlkanäle konnte die Zykluszeit von 80 Sekunden auf 40 Sek. reduziert werden.



## Realisierte Werkzeugeinsätze

### Information:

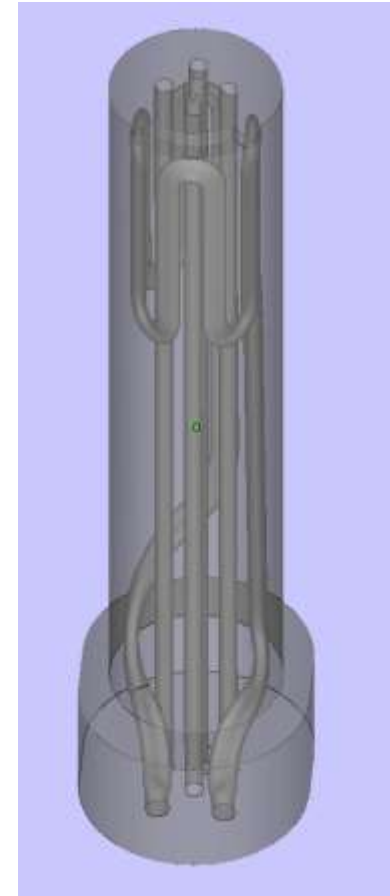
Spritzgussform mit  
Kühlkernen  
Diese Kühlkerne haben  
zu enormer Zykluszeit-  
reduzierung und gleich-  
zeitiger Optimierung der  
Prozesssicherheit  
geführt.



## Realisierte Werkzeugeinsätze

### Information:

Werkzeugkerne mit konturnaher Temperierung, trotz sehr begrenzter Zugänglichkeit des Konturbereichs.



## Realisierte Werkzeugeinsätze

### Information:

Beispiel für eine sehr erfolgreiche Lösung eines Temperierproblems in einem existierenden Werkzeug.

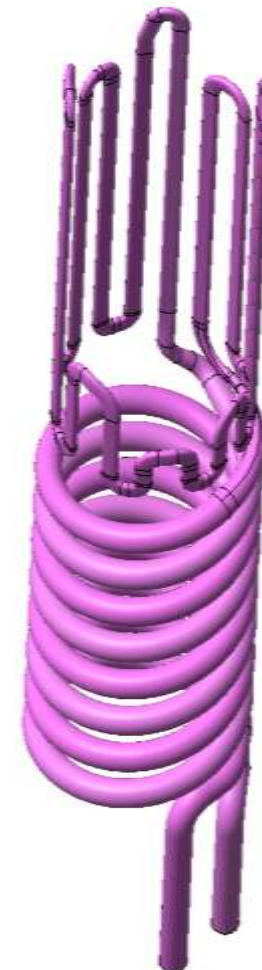
Fakten	konventionell
Zykluszeit	90 Sekunden
Prozessregelfähigkeit	nicht ausreichend
Zulaufdruck Kühlwasser	4 bar (eigener Kreis)
Kühlwassertemperatur	25 °C
Temperatur: Kopfbereich	135 °C
Temperatur: Fußbereich	35 °C
Kanal im Kopfbereich	nicht möglich
Kanal im Fußbereich	Spiralkern gelötet
Einfallstellen im Kunststoffteil	ja
Teilequalität des Kunststoffteils	nicht optimal



# Realisierte Werkzeugeinsätze

## Amortisationsberechnung

Stückzahl / Jahr	40.000 Stück
Anzahl der Kavitäten	1 Stück
Zykluszeit konventionell	90 Sekunden
Zykluszeit lasergenerierter Einsatz	40 Sekunden
Maschinenstundensatz	35,00 € / h
Kosten lasergenerierter Einsatz inkl. Konstruktion, Härten etc.	4550,00 €
<hr/>	
Maschinenstunden / Jahr (konventionell)	1.000 Stunden
Maschinenstunden / Jahr (lasergeneriert)	444,44 Stunden
eingesparte Maschinenstunden	555,56 Stunden
Kostensparnis / Jahr	19.444,44 €
Amortisationszeit	2,81 Monate



## Das Bauen auf einem Hybrid

### Zweck der Hybridtechnologie

- Reduzierung des zu bauenden Volumens auf das für die Temperierung notwendige Minimum.
- Drastische Reduzierung der Herstellkosten
- Steigerung der Wirtschaftlichkeit des Lasergenerierens
- Effizientere Nutzung der Laserkapazitäten



## Das Bauen auf einem Hybrid

### Geeignete Grundwerkstoffe

- 1.2709 (Böhler W722 VMR) lieferbar bis  $\text{Ø}122$  mm überdreht und als 150 x 150 mm Stabstahl
- **Eine Verarbeitung von 1.2343 oder 1.2083 ist nicht möglich!!**



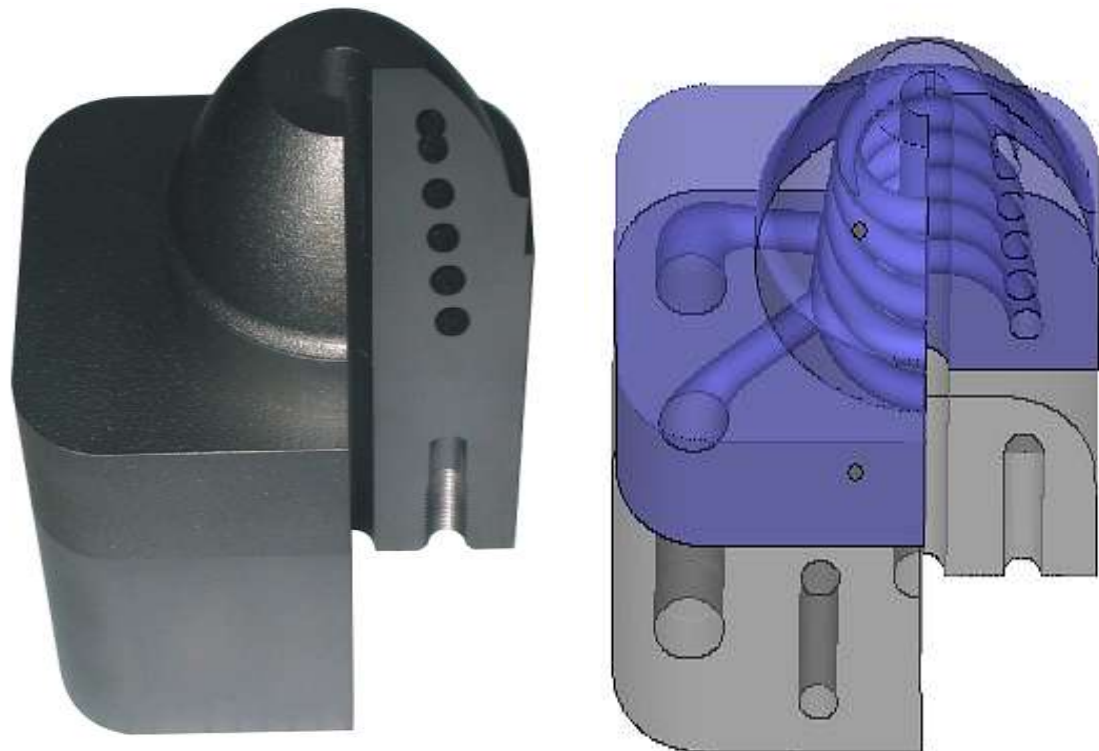
## Realisierte Werkzeugeinsätze in Hybridbauweise

### Information:

Werkzeugeinsatz in Hybridbauweise.

Durch das vorgefertigte Volumen des Rohlings konnten ca. 50% Bauzeit und Herstellkosten eingespart werden.

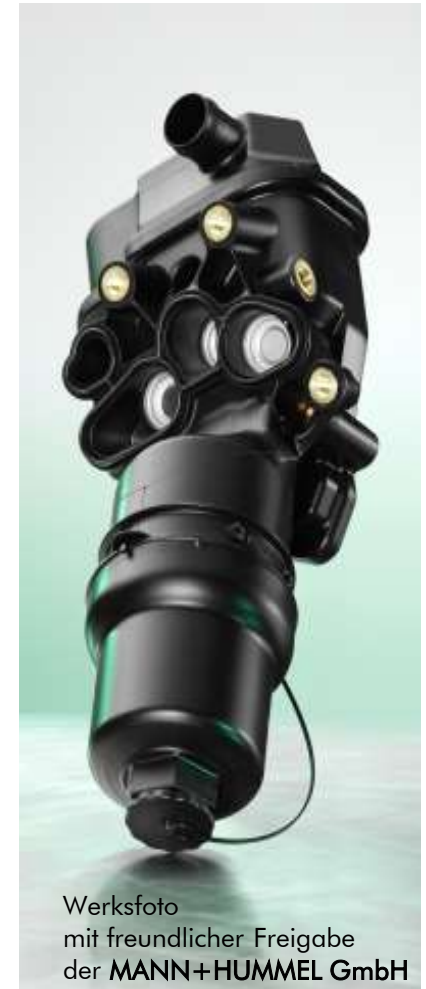
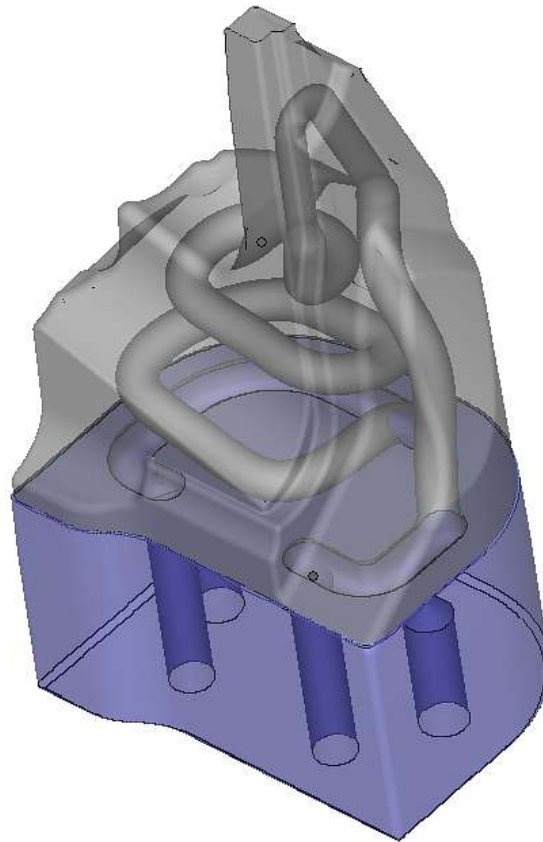
Der Werkstoff des Rohlings sollte auch 1.2709 sein. Somit verfügen der Rohling und lasergenerierter Aufbau über die identischen Werkstoffeigenschaften.



# Realisierte Werkzeugeinsätze in Hybridbauweise

## Information:

Werkzeugeinsatz in Hybrid-bauweise. Dieser Kern wurde als Ersatz für einen Kern aus einer wärmeleitfähigen Kupferlegierung beauftragt. Der Verschleiß dieser Legierung ist sehr hoch und die Kühlleistung im Werkzeug war nicht ausreichend. Das rechte Foto zeigt das komplette Gehäuse des Ölmoduls in seiner Komplexität.

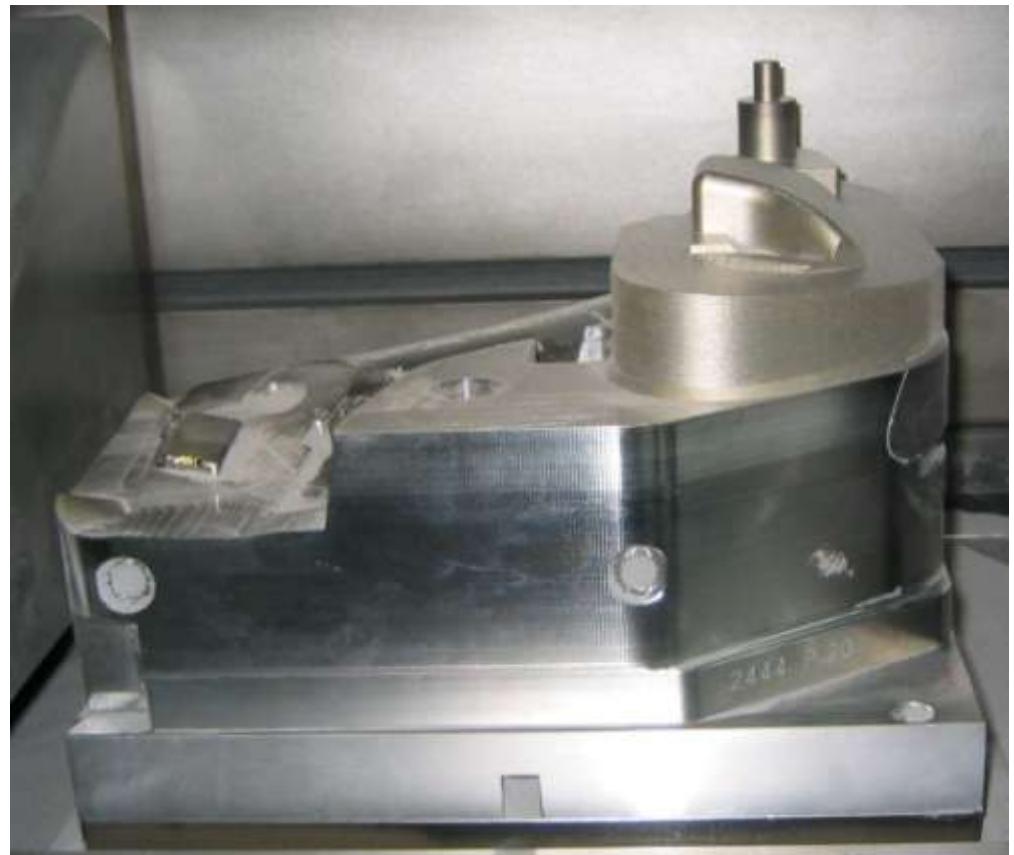
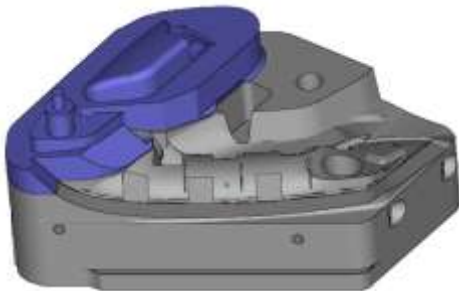


Werksfoto  
mit freundlicher Freigabe  
der MANN+HUMMEL GmbH

## Realisierte Werkzeugeinsätze in Hybridbauweise

### Information:

Konturnah gekühlter  
Werkzeugeinsatz, auf  
einem Hybridrohling.  
Ohne Hybridrohling  
wäre dieser Einsatz  
nicht wirtschaftlich  
herstellbar.



## Realisierte Werkzeugeinsätze in Hybridbauweise

### Information:

Konturnah gekühlter  
Werkzeugeinsatz, auf  
einem Hybridrohling.  
Durch diese Umsetz-  
ung konnten 50% der  
Herstellkosten eingespart werden.

