Konturnahe Temperierung im Werkzeugbau

Einsatzmöglichkeiten und Randbedingungen

Marc Dimter
Branchenmanager
Werkzeug- und Formenbau

23. Fachtagung RP, Lemgo
26.10.2018

TRUMPF ist…

… Technologieführer

Werkzeugmaschinen

Lasertechnik

… ein unabhängiges Familienunternehmen

seit **1923**

13.500

€ 3.6 Mrd.

11%

… nah am Kunden

71 Tochtergesellschaften
in über **40** Ländern

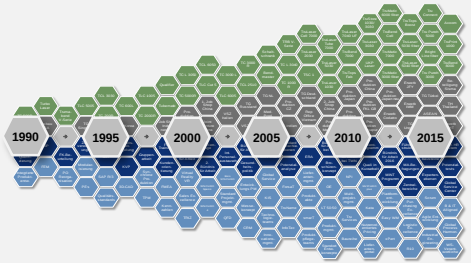
… Innovationsgarant

Produkte

Märkte

Menschen

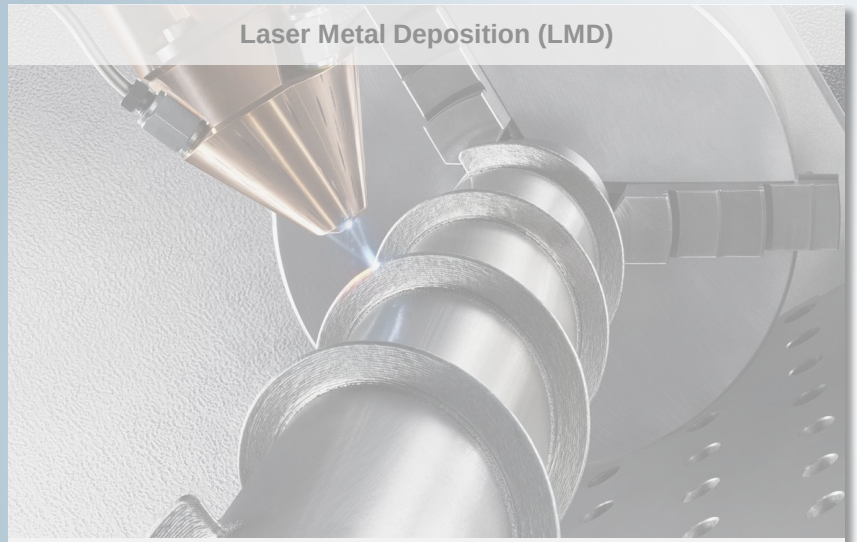
Methoden



TRUMPF-Industrial Additive Technologies

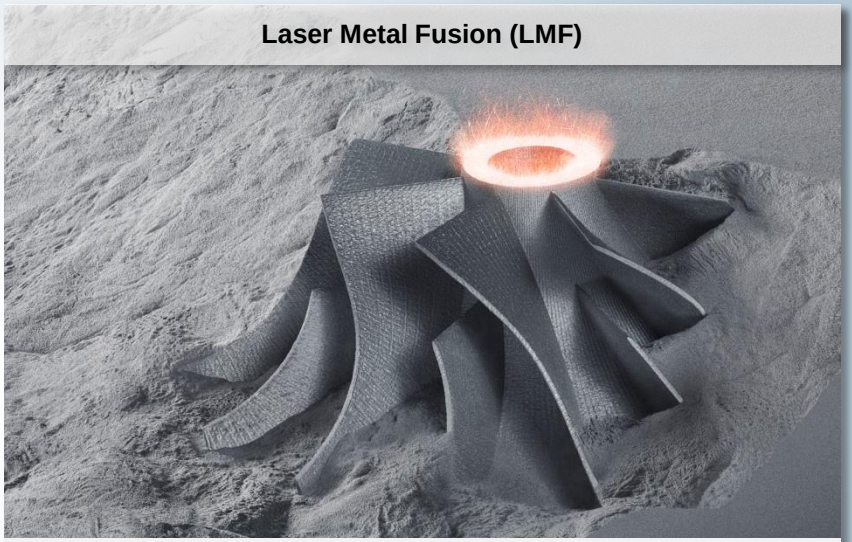
Die wichtigsten Metall 3D-Druck Verfahren bei TRUMPF unter einem Dach

Laser Metal Deposition (LMD)



Produktives Verfahren für **Reparatur**,
Beschichtung und **Aufbau** von Werkstücken

Laser Metal Fusion (LMF)



Präzises Verfahren für die generative
Fertigung **komplexer** Bauteile im **Pulverbett**

LMF | Konturnahe Temperierung

Allgemeine Vorteile

Anwendungsmöglichkeiten

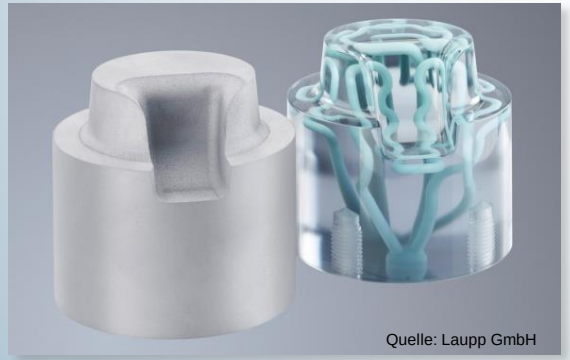
- Werkzeug- und Formenbau

Bauteil-Daten

- Material: Tool Steel 1.2709
- Anzahl an Schichten: 1.730 à 60 µm
- Bauzeit:: ~ 35h

Vorteile

- Zu temperierende Oberfläche optimal erreichbar
- Effiziente Temperierung
- Geringere Betriebskosten
- Wegfall von Dichtstellen
- Geringere Druckverluste
- Längere Standzeiten der Werkzeuge/Formen



Quelle: Laupp GmbH

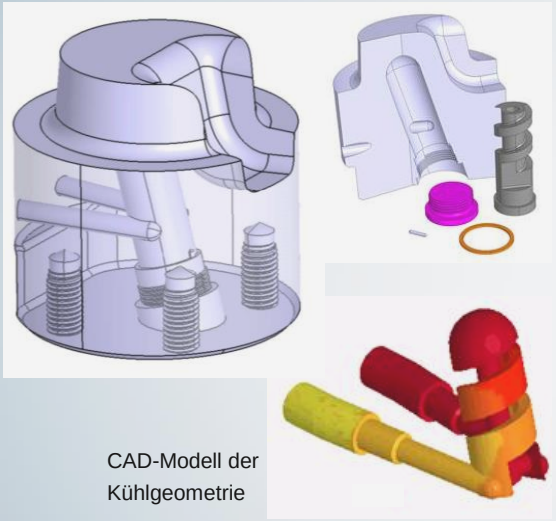
- AM-gerechtes Design:
  Reduktion von 5 konventionell gefertigten Einzelteilen auf 1 Bauteil

- Möglichkeit konturnaher, komplexer Temperierkanäle
  Vorher: 1 zentrale Temperierung mittels Spiralkern
  Nachher: 3 konturparallele Temperierkanäle

LMF | Anwendungsbeispiel: Angussverteiler

Vergleich konventionelle / konturnahe Temperierung

Konventionelle Temperierung

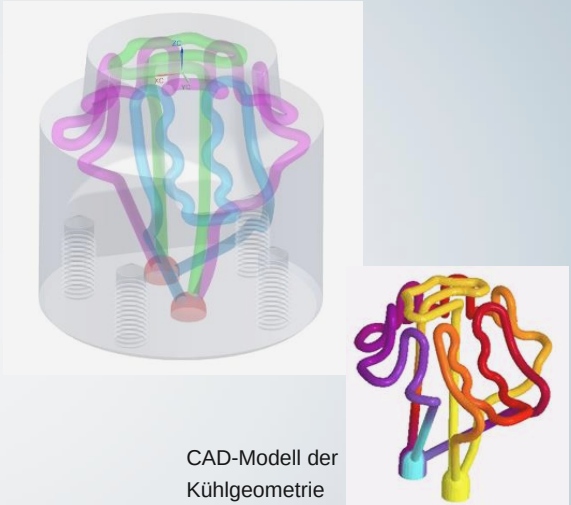


CAD-Modell der Kühlgeometrie

Distanz Temperierkanal / Werkzeugwand:

Mindestens 15 mm (stark variierend)

Additive konturnahe Temperierung



CAD-Modell der Kühlgeometrie

Distanz Temperierkanal / Werkzeugwand:

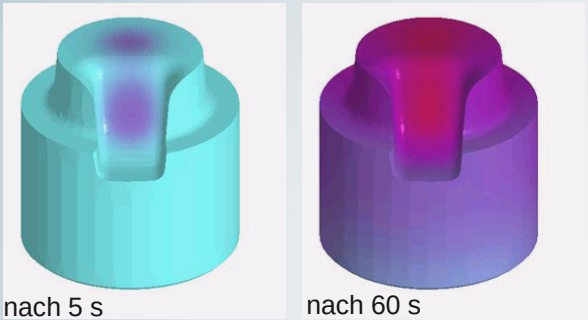
Konstant 3 mm / konturparallel

Quelle: Laupp GmbH

LMF | Anwendungsbeispiel: Angussverteiler

Vergleich konventionelle / konturnahe Temperierung bzgl. Effizienz

Konventionelle Temperierung



nach 5 s

T_{max}≈ 38°C

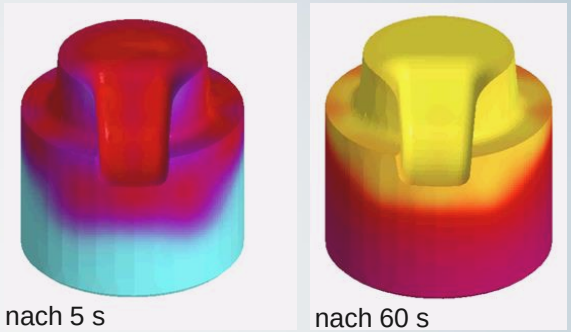
nach 60 s

T_{max}≈70°C < T_{Wasser}

Oberflächentemperatur

- Träge Reaktion der Werkzeugwand
- Unnötig viel zu temperierende Masse

Additive konturnahe Temperierung



nach 5 s

T_{max}≈80°C

nach 60 s

T_{max}≈90°C = T_{Wasser}

Oberflächentemperatur

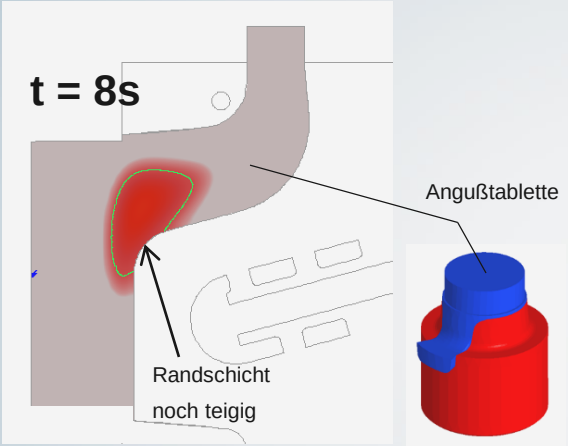
- Nahezu verzögerungsfreie Reaktion der Werkzeugwand
- Hohe Effizienz / homogene Temperatur

Quelle: Laupp GmbH

LMF | Anwendungsbeispiel: Angussverteiler

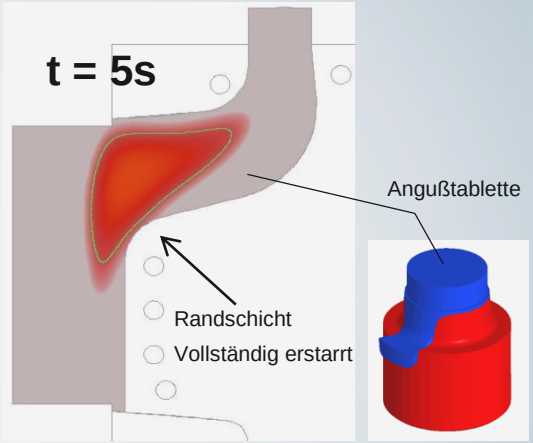
Vergleich konventionelle / konturnahe Temperierung bzgl. Zykluszeit

Konventionelle Temperierung



- Angußtablette nach 8s partiell noch teigig, Werkzeug kann nicht geöffnet werden
- Zyklus wird unnötig verlängert

Additive konturnahe Temperierung

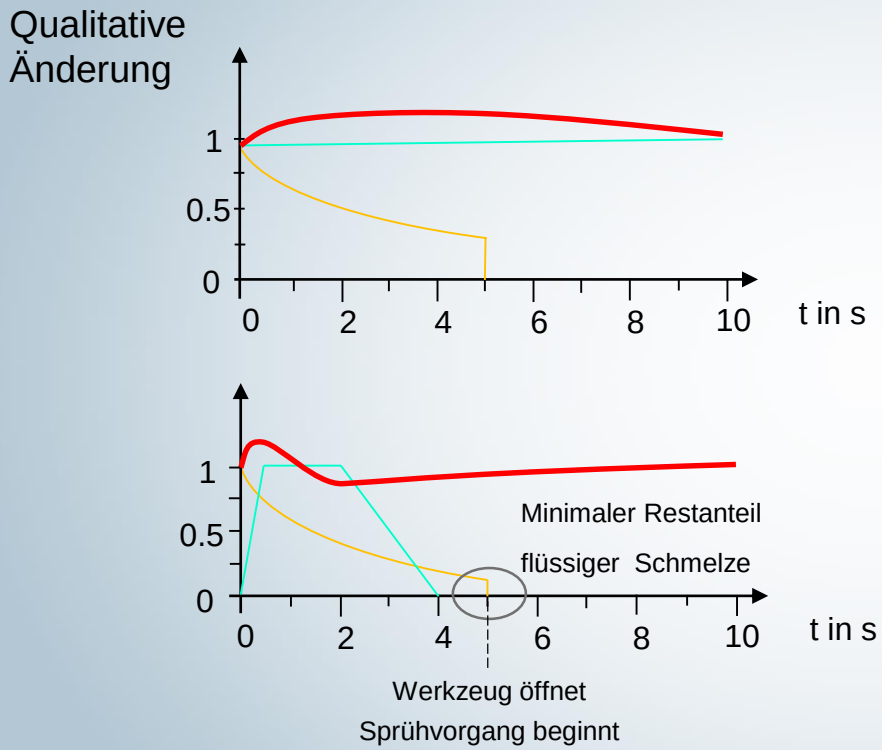


- Angußtablette nach 5s entformbar
- Deutliche Zykluszeitreduzierung

Quelle: Laupp GmbH

LMF | Anwendungsbeispiel: Angussverteiler

Thermisches Verhalten im Gießzyklus



Konventionelle Kühlung

- Einschaltdauer 10s / 100%
- Kühlen des Werkzeugs ab t=5 s mit maximaler Wassermenge

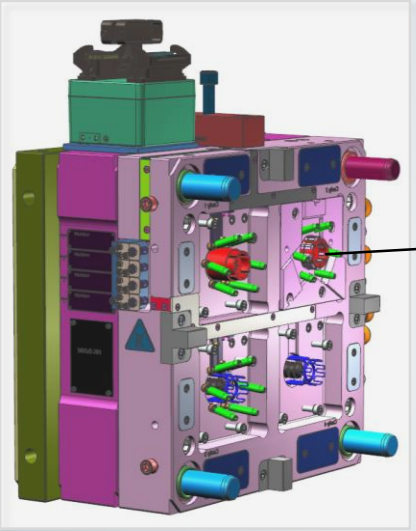
Konturnahe Kühlung

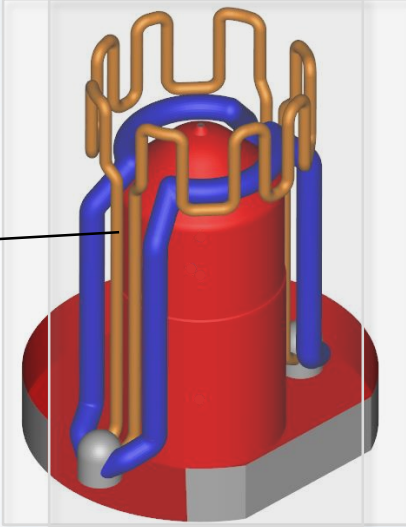
- Einschaltdauer 4s / 40%
- Kühlen des Werkzeugs ab t=5 s mit Minimalmengensprühverfahren

Thermische Energie im Verteiler
Kühlmitteldurchfluss
Anteil flüssiger Schmelze

LMF | Anwendungsbeispiel: Vorkammerbuchse

Ziel: Thermische Isolation / Reduzierung partiellen Wärmeeintrags

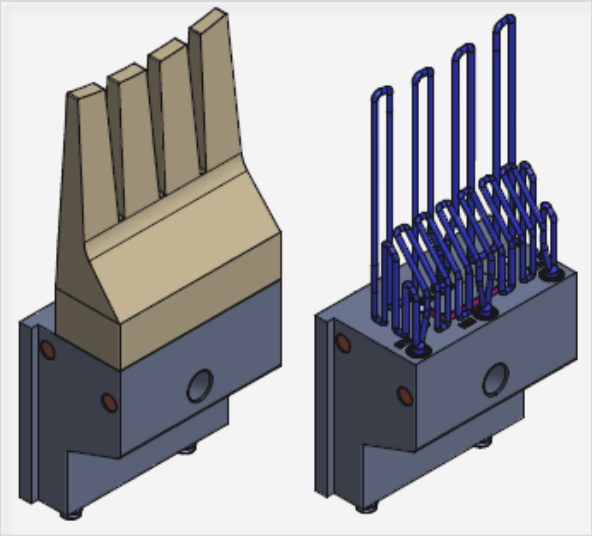


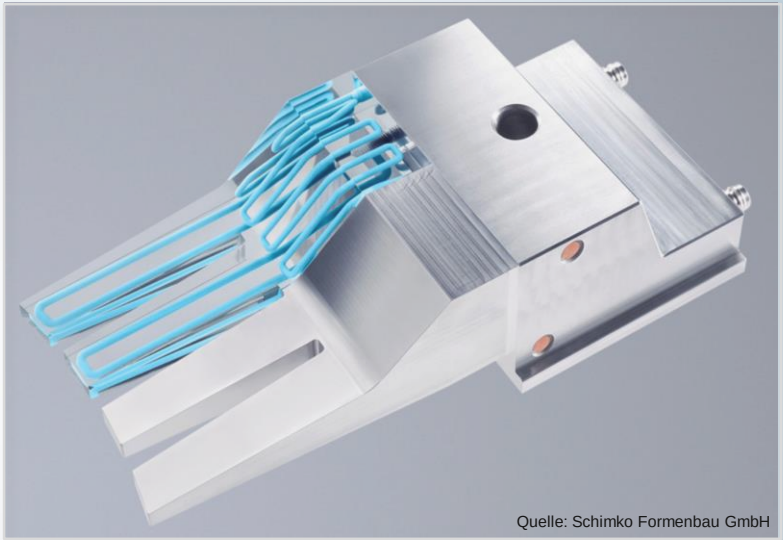


- Thermische Isolierung der Heißkanaldüse von der Kavität
- Kühlung aller konturgebenden Dome (Wandstärke 4 mm)

LMF | Anwendungsbeispiel: Schieberkopf

Ziel: Vermeiden partieller Überhitzung im Kopfbereich





Quelle: Schimko Formenbau GmbH

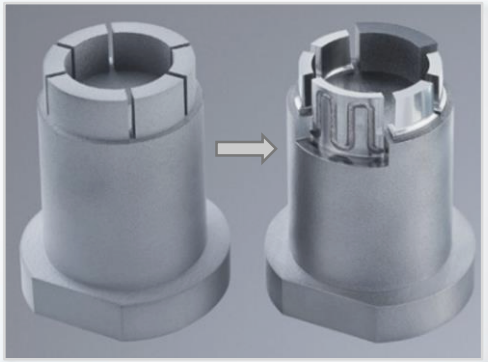
- Optimale Temperierung des Kopfbereichs / kein Wärmestau mehr
- Reduzierung des Druckvolumens durch Kombination mit konventionellem Grundkörper

LMF | Randbedingungen

Material, Wärmebehandlung, Finish und Beschichtung

Verfügbare Werkzeugstähle

- 1.2709 (Maraging Steel)
- 1.2343 **Ab Q1 / 2020**



Finish

- Abdrahten / Absägen von der Substratplatte
- Fräsen, Drehen, Schleifen,…
- Senk- und Drahterodieren

Wärmebehandlung

- Anwendungsspezifisch
- Druckguß: typ. 44-46 HRC
- Spritzguß: typ. 52-54 HRC

Beschichtung / Politur

- ⚠ Prozeßtemperatur beachten
- Alle gängigen Beschichtungen
- Plasmanitrieren
- Caveo-Beschichtung Hochglanzpolituren

LMF | Randbedingungen

Peripherie, Betrieb und Wartung

Temperiergeräte

- Medien: typ. Wasser oder Öl
- Selten: Gas- oder Kältemittel

Wasserqualität

- Feinfilter für Kühlkanäle < Ø 2mm
- Entmineralisiertes Wasser, sofern Verdampfen auftreten könnten
- Separate Kühlkreise für die konturnahe Temperierung

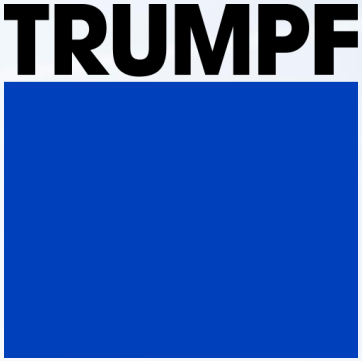
Quelle: GWK

Betrieb

- Auf permanenten Durchfluß achten
- Werkzeuge niemals nass einlagern
- Wasserqualität regelmäßig kontrollieren

Wartung

- Durchflußkontrolle
- Ggf. reinigen
  (z. Bsp. mit Citronensäure)


TRUMPF