

Konturnahe Vario-Temperierung optimiert Spritzguss

Hybridwerkzeuge additiv gefertigt

Dynamic conformal cooling improves injection molding

Hybrid moulds manufactured additively

Dr. A. Kirchheim, P. Hochreutener, L. Zumofen

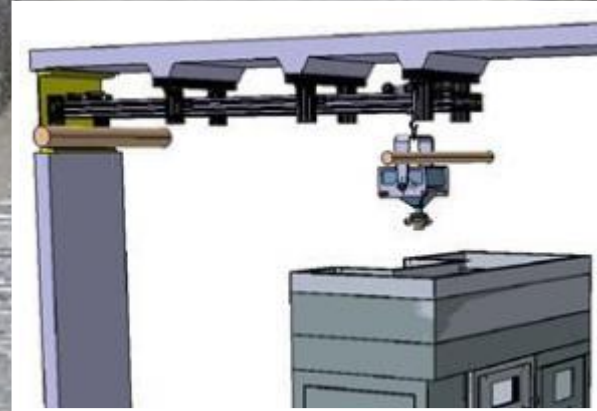
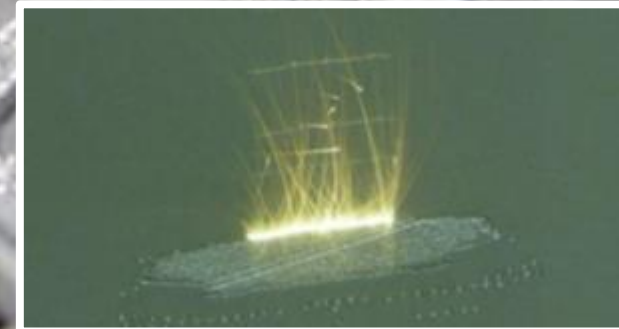
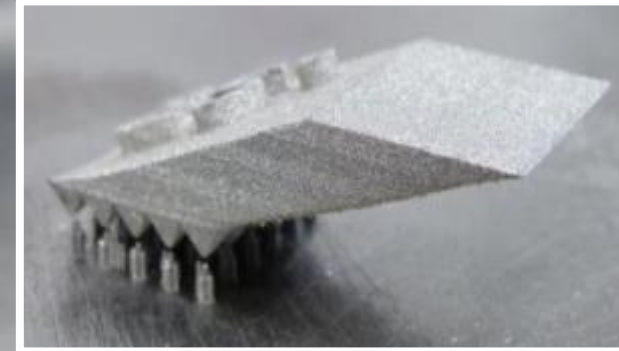
Zentrum für Produkt- und Prozessentwicklung ZPP,
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW,
Winterthur, Schweiz

Prof. Dr. F. Ehrig, C. Wick

Institut für Werkstoff- und Kunststofftechnik IWK,
Hochschule Rapperswil HSR,
Rapperswil, Schweiz

Additive Fertigung am Zentrum für Produkt- und Prozessentwicklung

- Angepasste Produktentwicklung für die additive Fertigung
- Wirtschaftliche und technische Machbarkeitsstudien
- Topologieoptimierung und Simulation
- Maschinenentwicklung für die additive Fertigung
- aF&E-Projekte zur Produkt- und Prozessentwicklung in der additiven Fertigung
- Unterstützung in Form von Workshops und Schulung bei der Einführung der additiven Fertigung
- Allgemeine und kundenspezifische Aus- und Weiterbildung zum Thema Additive Fertigung



Inhalt

- Einleitung
- Kühlen und Heizen beim Spritzgiessen
- Design und Simulation
- Additive Prozessauslegung und Fertigung
- Tests und Ergebnisse
- Zusammenfassung



Warum konturnahe Kühlung?

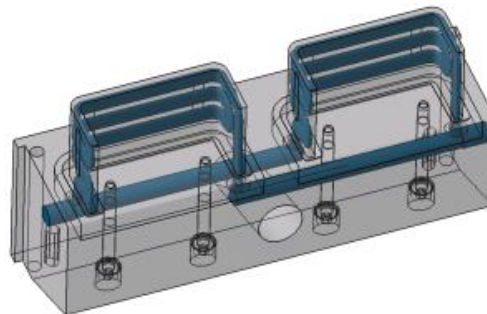
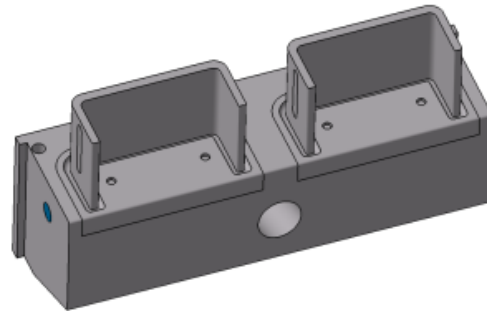
- kürzere Zykluszeiten beim Spritzgiessen möglich
- geringerer Bauteilverzug durch gleichmässige Wärmeabführung am Bauteil
- hervorragend für variotherme Werkzeugtemperierung geeignet (Wasser-Wasser-Temperierung)



Zykluszeit: **45 Sek.**



konventionelles Werkzeug



Neues Spritzgusswerkzeug mit
konturnaher Kühlung



Zykluszeit:
34 Sek

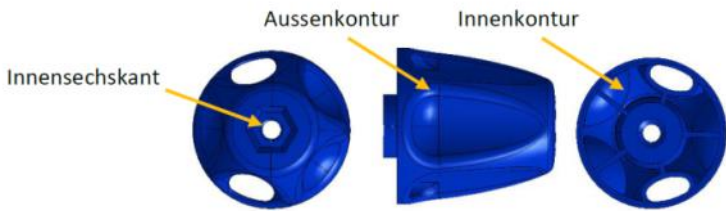


konventionell nachbearbeitet



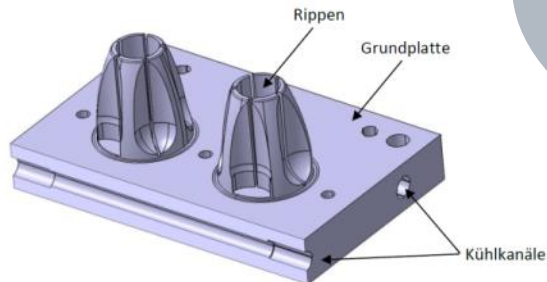
additiv gefertigt (SLM)

Reduktion Zykluszeit Hybridwerkzeug mit konturnaher Kühlung (1.2709)



Neues Werkzeug:
Zykluszeit: **22 Sek.**

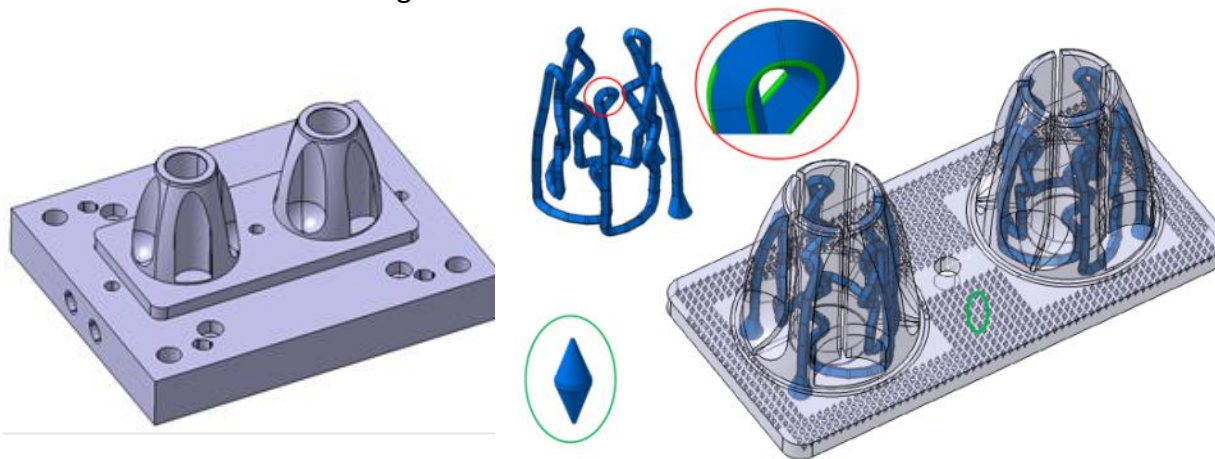
Altes Werkzeug:
Zykluszeit: **55 Sek.**



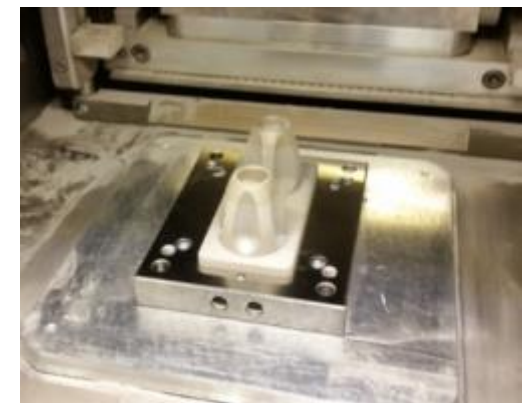
konventionelles Werkzeug



konventionell nachbearbeitet



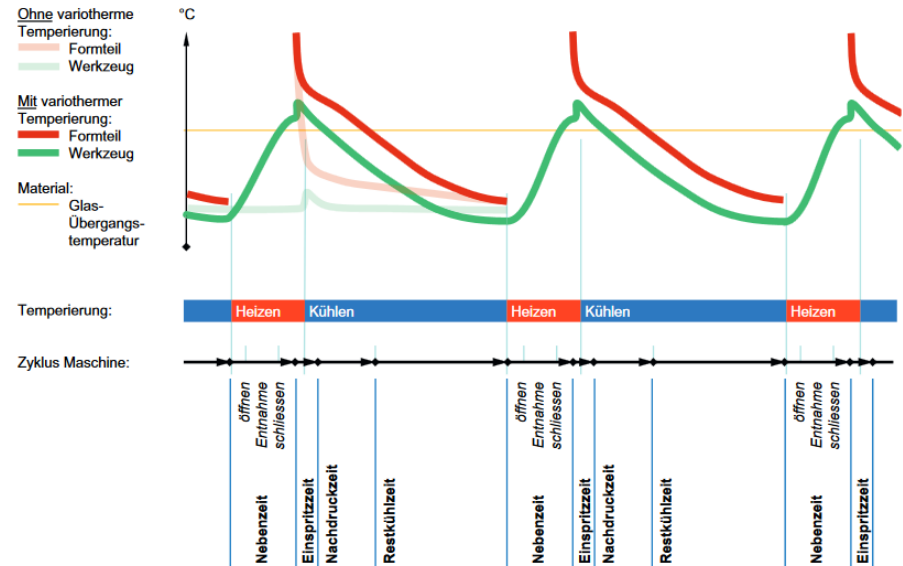
Neues Hybridwerkzeug mit konturnaher Kühlung



additiv gefertigt (SLM)

Variotherme Werkzeugtemperierung

Zur Erzielung spezieller **Oberflächeneffekte** gewinnen variotherme Temperaturführungen immer mehr an Bedeutung. Die Temperatur in der Kavität wird dabei beim Einspritzen hoch, in der Kühlphase dagegen niedrig gehalten.



Typische Anwendungsgebiete:

- Abformung von Mikrostrukturen
- Kaschierung von Bindenähten
- Bauteile mit mangelnder Oberflächenqualität z.B. beim Schäumen
- Realisierung von Hochglanzoberflächen



mit variotherm



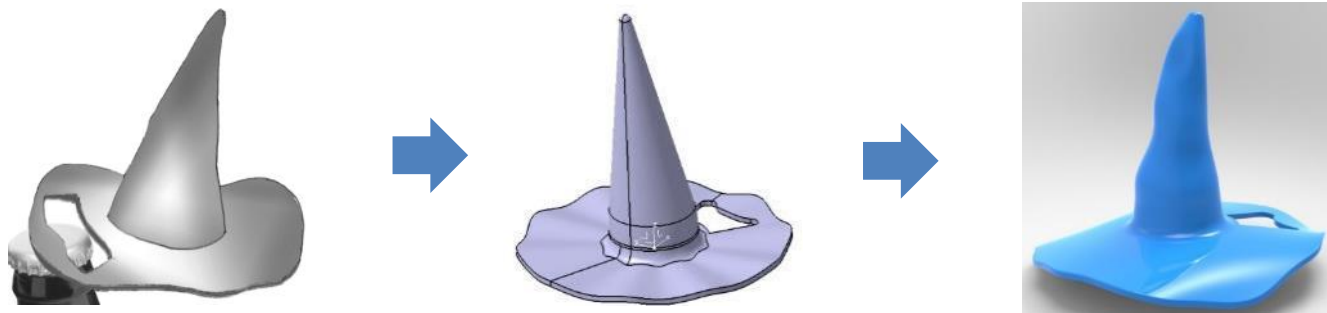
ohne variotherm

Ausgangslage / Zielsetzungen

- Zielsetzung: Aufzeigen der Möglichkeiten und Vorteile einer Werkzeugtemperierung mit konturnahen Kühlkanälen.
- Ausgangslage war die Kombination der verschiedenen Kompetenzen der beiden Hochschulpartner.
 - IWK (HSR): Bauteilauslegung, Spritzgiessen, thermische Simulation
 - ZPP (ZHAW): Werkzeugkonstruktion additive Fertigung (SLM) Nachbearbeitung
- Dazu wurde ein Bauteil entworfen, das mit einer herkömmlichen Kühlung nur schwer homogen temperierbar wäre.

iwk INSTITUT FÜR WERKSTOFFTECHNIK
UND KUNSTSTOFFVERARBEITUNG

Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften
zhaw School of Engineering
ZPP Zentrum für Produkt-
und Prozessentwicklung



Aufgabenteilung im Kooperationsprojekt

iwk INSTITUT FÜR WERKSTOFFTECHNIK
UND KUNSTSTOFFVERARBEITUNG

- Fertigungs- und kunststoffgerechte Gestaltung des Bauteils
- Mechanische und rheologische Auslegung des Bauteils
- Einbettung der SLM-Einsätze ins Spritzgiesswerkzeug
- Fertigung des Spritzgusswerkzeugs

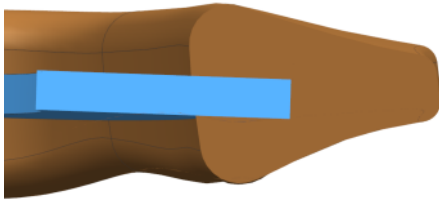
Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften

zhaw School of Engineering
ZPP Zentrum für Produkt-
und Prozessentwicklung

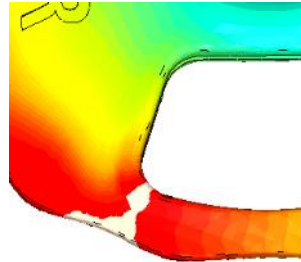
- Designmodell im CAD umsetzen
- Entwicklung der konturnahen Kühlkanäle
- Thermische Auslegung der SLM-Einsätze
- Fertigung der SLM-Einsätze in 1.2709 inkl. Nachbearbeitung



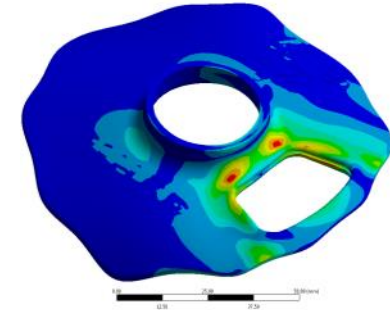
Bauteildesign / Auslegung



Verstärkung mit Metallinsert



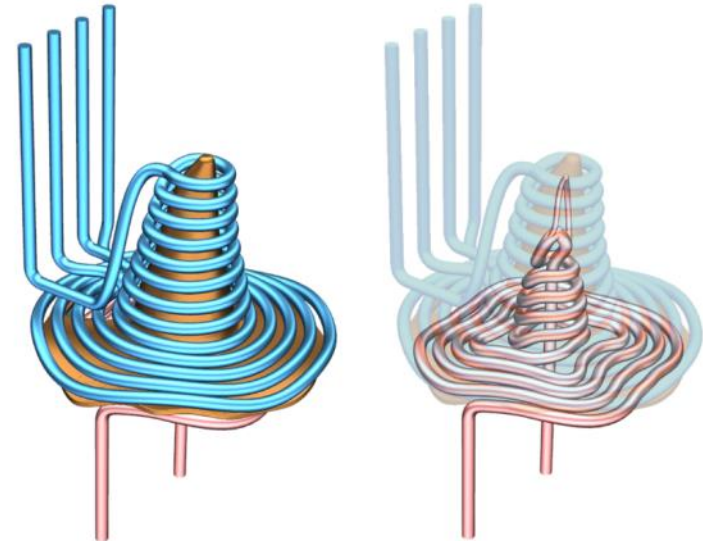
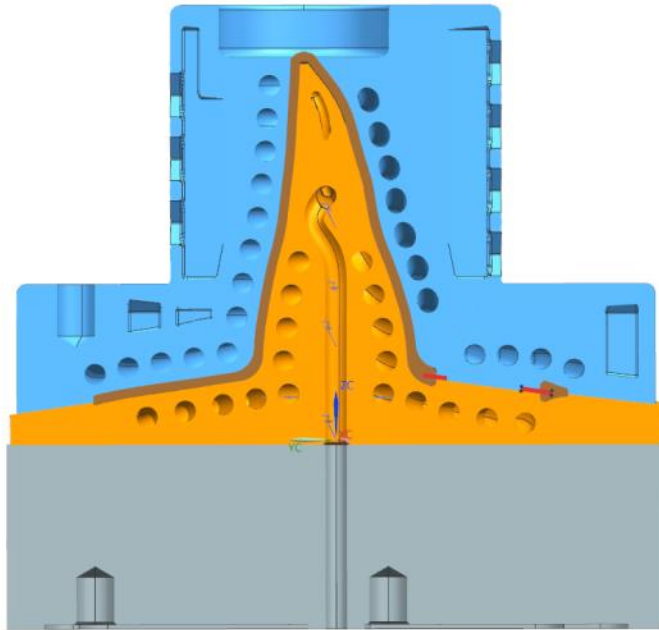
rheologische Auslegung
mittels Füllsimulation



mechanische Auslegung
mittels FEM



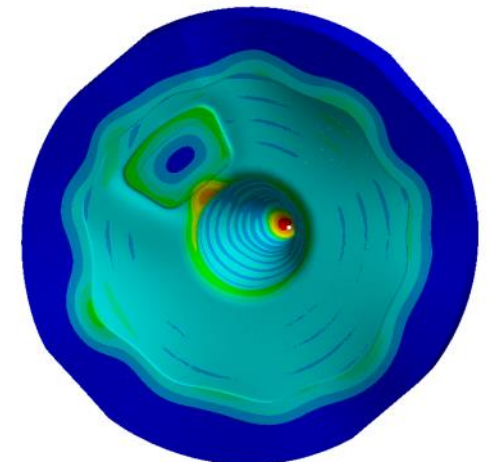
Auslegung der konturnahen Kühlung



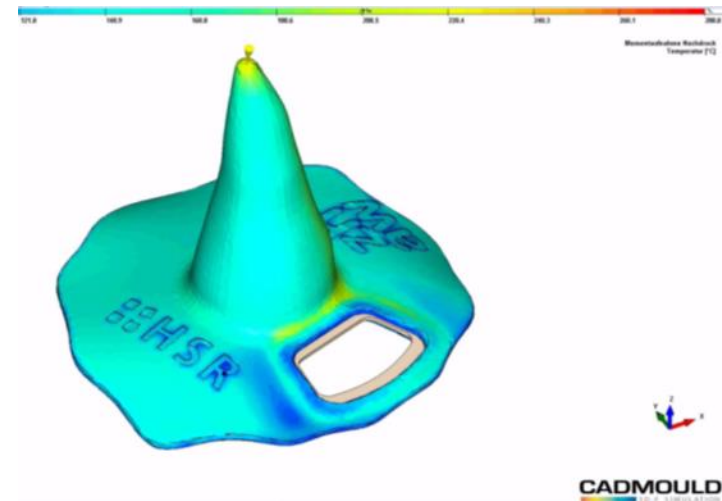
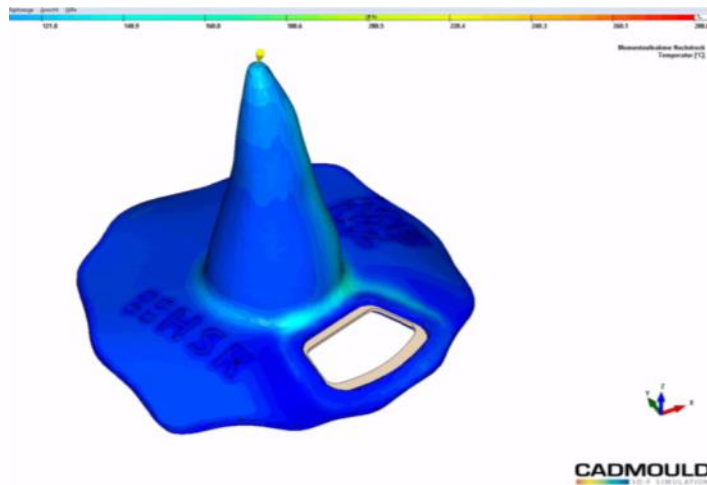
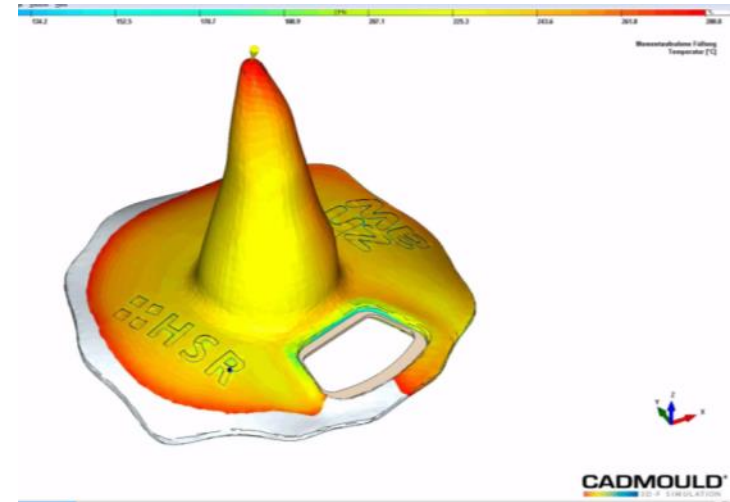
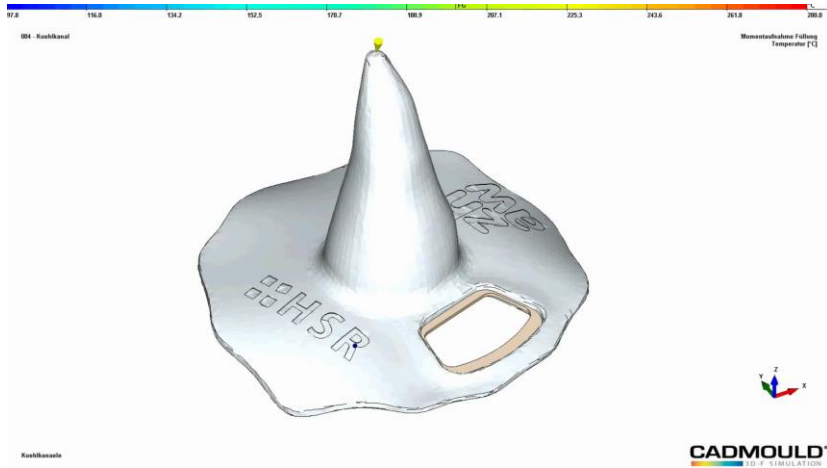
- **Ziel:** homogene Temperaturverteilung auf der gesamten Werkzeugoberfläche
- **Herausforderung:** Auswerfer, Temperierung der Spitze des Kerns, optimaler Kanal-durchmesser

A: Transient Thermal
Temperatur
Typ: Temperatur
Einheit: °C
Zeit: 1.2096
23.09.2017 15:24

207.44 Max
193.28
179.12
164.96
150.8
136.63
122.47
108.31
94.153
79.992 Min

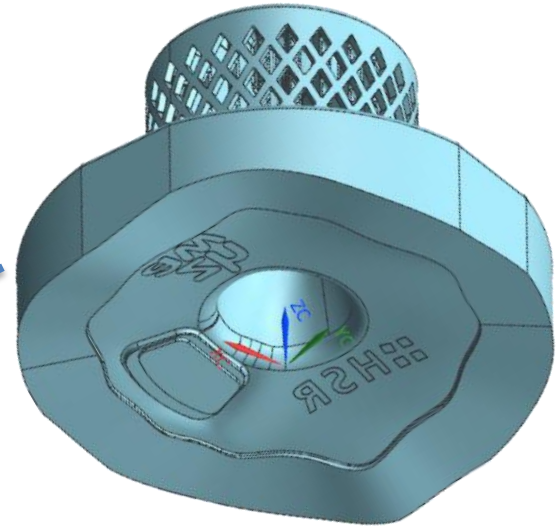
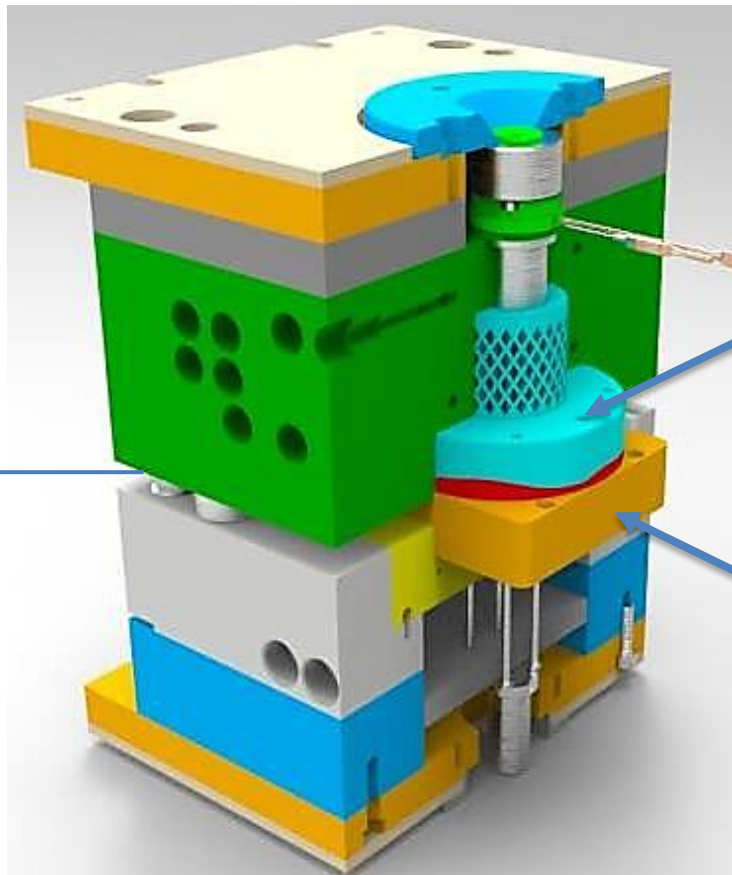


Simulation des Abkühlverhaltens

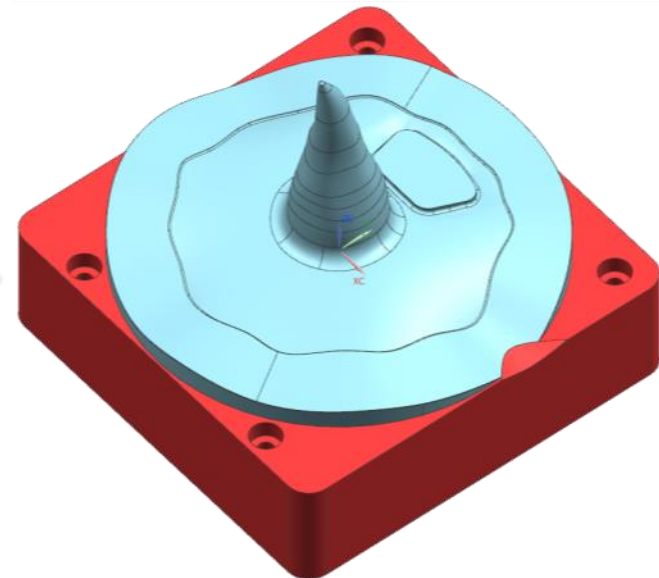


Integration der SLM-Einsätze in das Spritzgiesswerkzeug

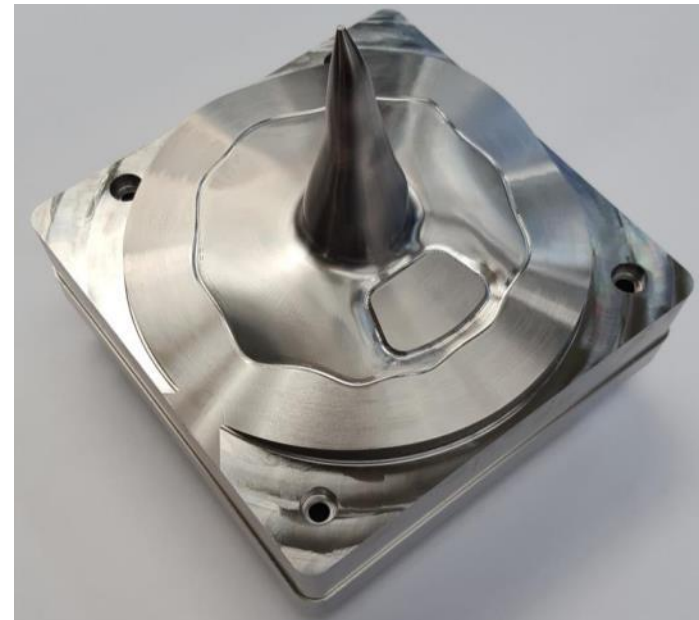
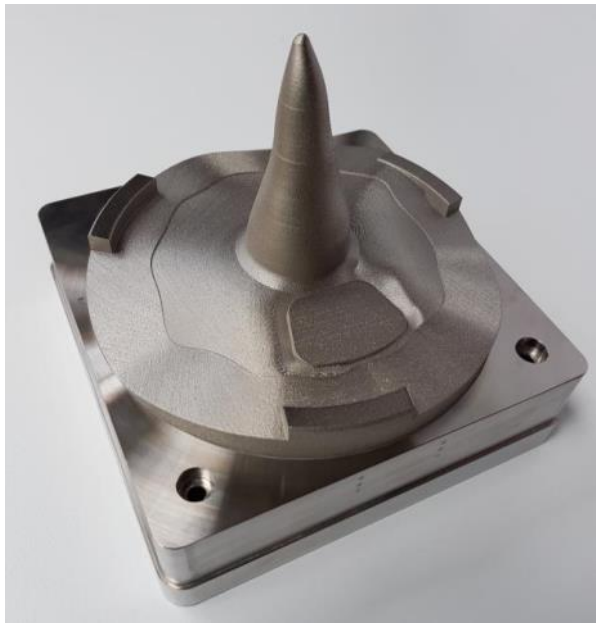
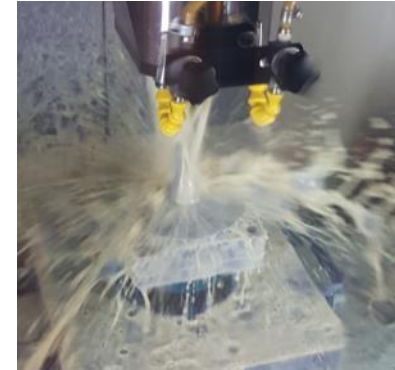
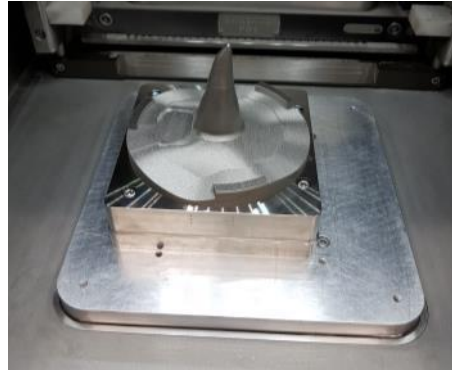
Düsenseite



Auswerferseite

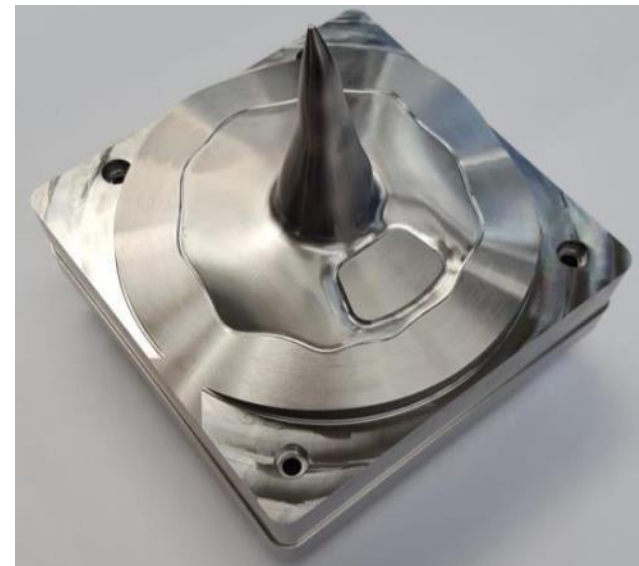
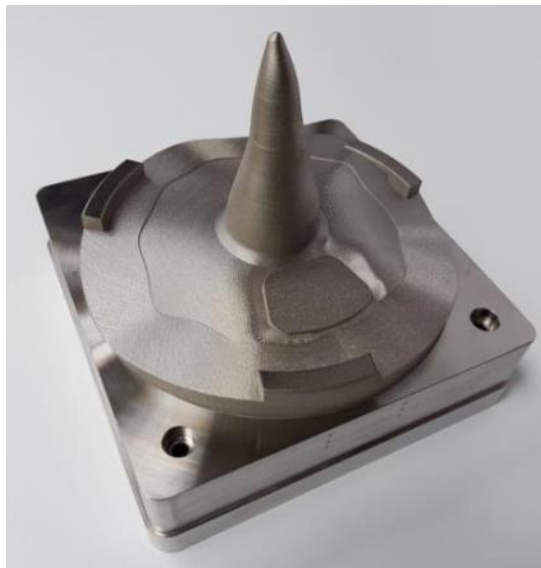


Fertigung der SLM-Einsätze Formeinsatz Auswerferseite (1.2709)



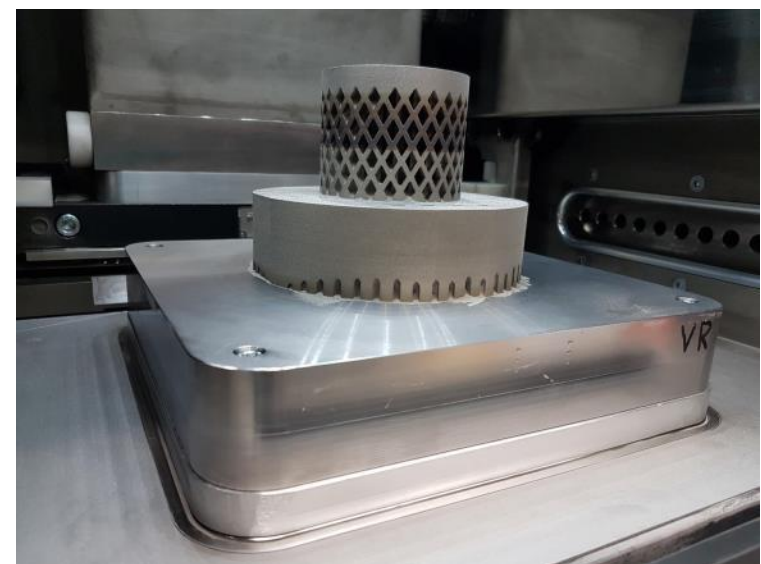
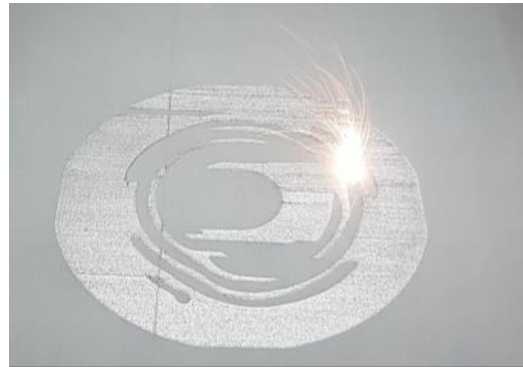
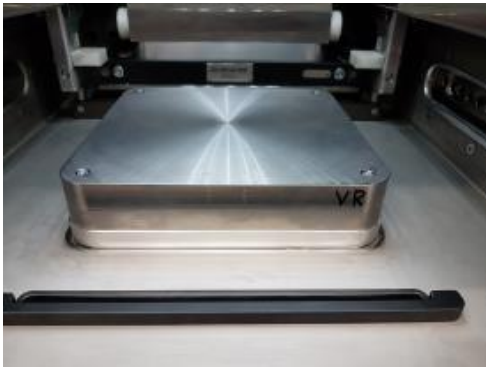
Fertigung der SLM-Einsätze

- Die Fertigung der SLM-Einsätze erfolgte am ZPP
 - Herausforderung: Extreme Spannung zwischen Basisplatte und SLM-Aufbau (Hybridbasisplatte von 15mm auf 50 mm verstärkt)
 - Die Nachbearbeitung des auswerferseitigen Formeinsatzes erfolgte durch Fräsen (Werkstatt ZPP)
 - Die Nachbearbeitung des düsenseitigen Formeinsatzes erfolgte durch Erodieren und Polieren (externer Werkzeugmacher)

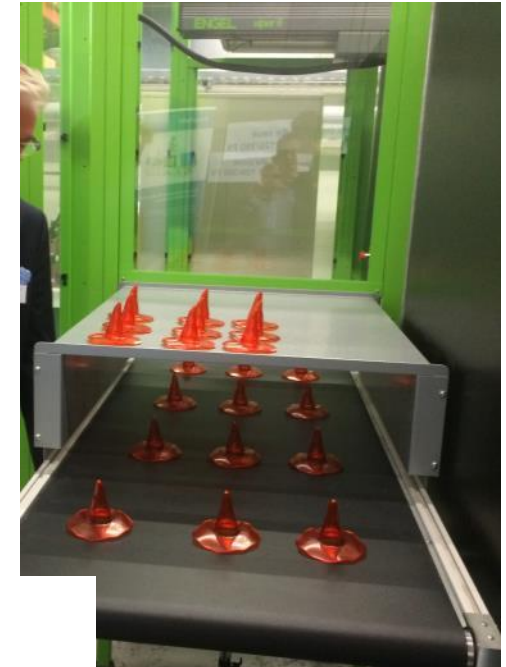
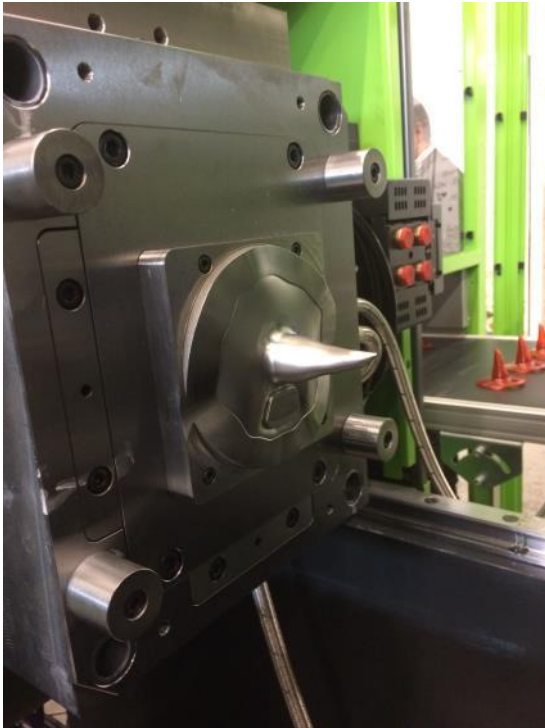


Fertigung der SLM-Einsätze

Formeinsatz Düsen- seite (1.2709)



Erste Tests in der Spritzgussmaschine



Polyamid 12 (Grilamid TR55 von EMS Grivory)

Aufheiz- und Abkühlversuch 40 °C → 80 °C → 40 °C (keine dynamische / variotherme Temperierung)

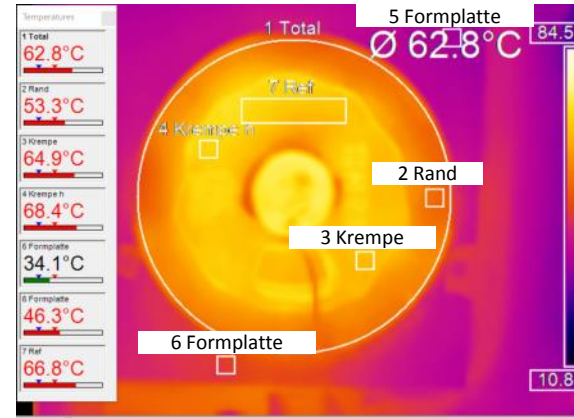


Ermittlung der Temperaturverteilung
(Wärmebildkamera Optris PI 200)

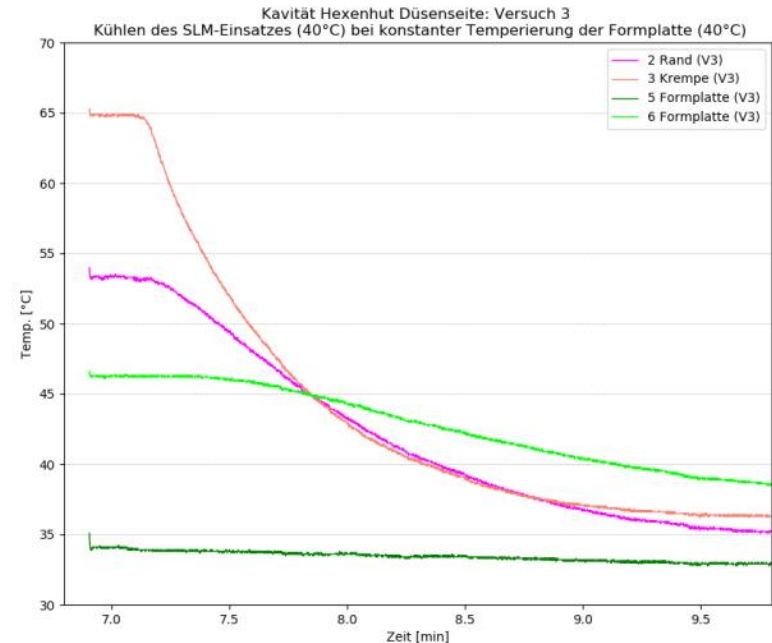
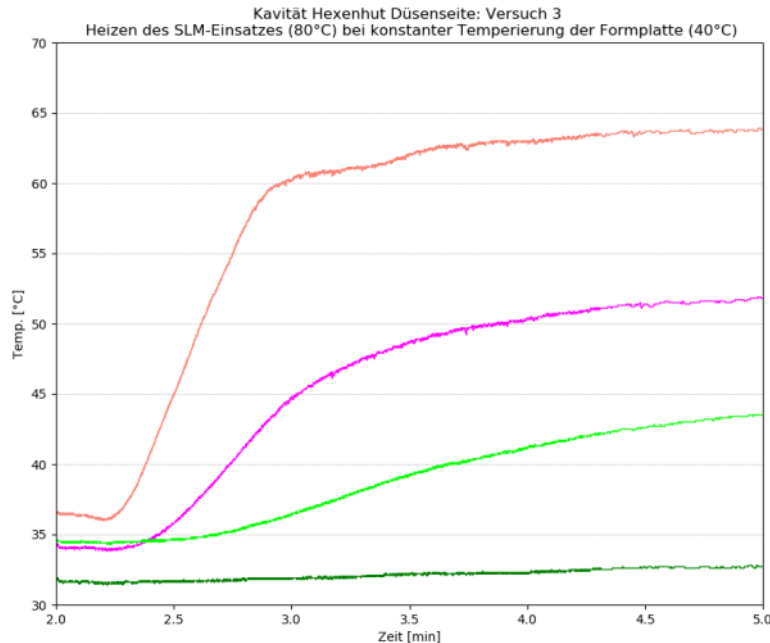
Vorbehandlung der Kavität mit
Laserscanning Entspiegelungsspray

Temperierung mit zwei Regloplas
200 Temperiergeräten

1. Gerät: Formrahmen konstant 40°C
2. Gerät: SLM-Einsatz 40/80 °C



- Temperaturverteilung Werkzeugoberfläche relativ homogen
- Wärmeübergang zum Formrahmen relativ gross → bessere thermische Trennung mittels Luftspalt im Umfang des SLM-Einsatzes



Zusammenfassung

- Auslegung, Konstruktion eines Spritzgusswerkzeugeinsatzes (Auswerfer- und Düsenseite) mit konturnahen Kanälen zur Werkzeugtemperierung
- Simulation des Füllvorganges und der Temperaturverteilung im Werkzeug
- Additive Fertigung (SLM) der Werkzeuge in 1.2709
- Hybridbauweise der Düsenseite
- Erfolgreicher Spritzguss des «Hexenhutes» unter Einsatz der Variotemperierung





INSTITUT FÜR WERKSTOFFTECHNIK
UND KUNSTSTOFFVERARBEITUNG

Curdin Wick
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Fachbereich Spritzgiessen
Tel. 055 222 47 70;
curdin.wick@hsr.ch

Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften



School of
Engineering

ZPP Zentrum für Produkt-
und Prozessentwicklung

Dr. Andreas Kirchheim (ZPP/ZHAW)
Leiter Advanced Production Technologies
Tel. 058 934 76 25,
andreas.kirchheim@zhaw.ch