

# Analyse des Wärmehaushalts eines Versuchswerkzeugs bei Einsatz des Single EcoTemp-Systems

Abschlussbericht des IKV, 12.08.2010

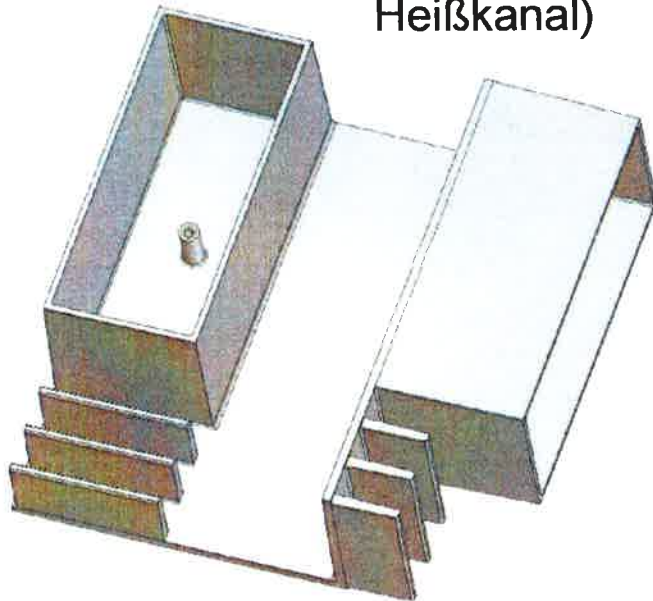
- Versuchsprotokoll
- Systematische Gegenüberstellung der Prozessgrößen:
  - notwendige Zykluszeit zum Erreichen einer maximalen Entformungstemperatur
  - Thermographieaufnahmen der Bauteile nach Entformung
  - Druck- und Temperaturverlauf in der Kavität
  - Temperaturverlauf im Werkzeug (Temperaturfühler)
- Betrachtung der erreichten Bauteilqualität: Bauteilverzug





# Grundaufbau des Versuchswerkzeugs und der Werkzeugeinsätze

Versuchsgeometrie:  
(Anspritzung über rückseitigen  
Heißkanal)



Formteilgröße:  
110 x 110 x 36 mm<sup>3</sup>  
Formteildicke: 2 mm

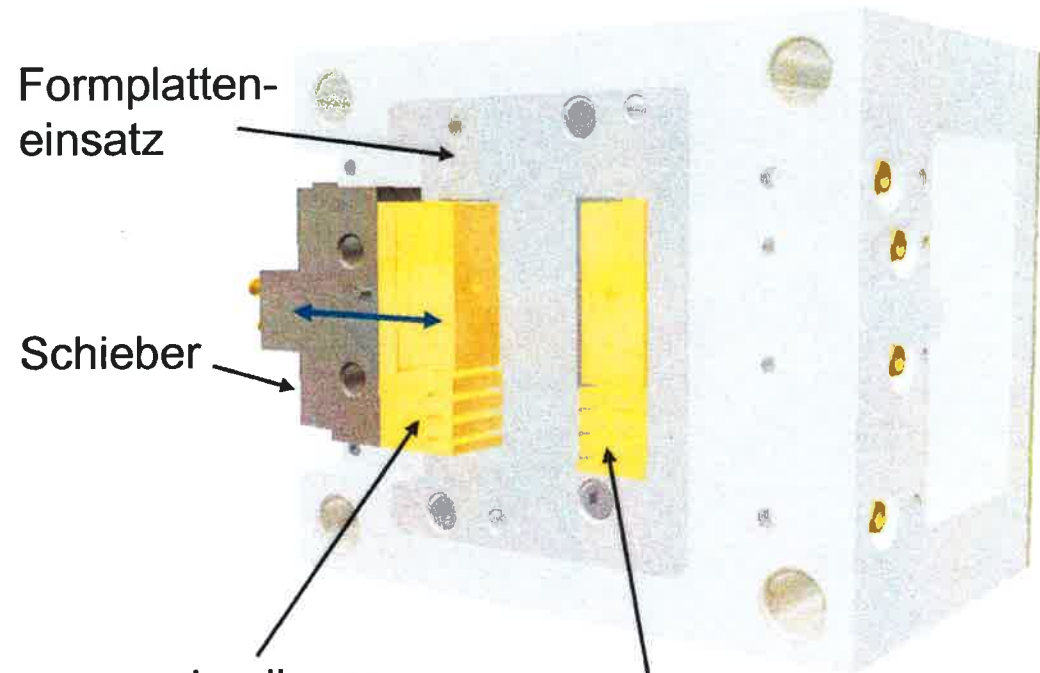
schließseitiger Aufbau des  
Schieberwerkzeugs:

Formplatten-  
einsatz

Schieber

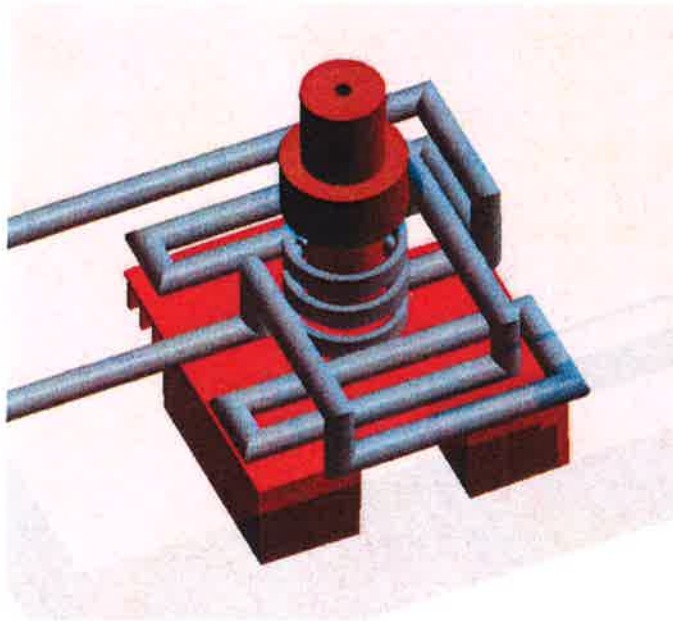
wechselbarer  
Schiebereinsatz

wechselbarer Kerneinsatz  
(feststehend)

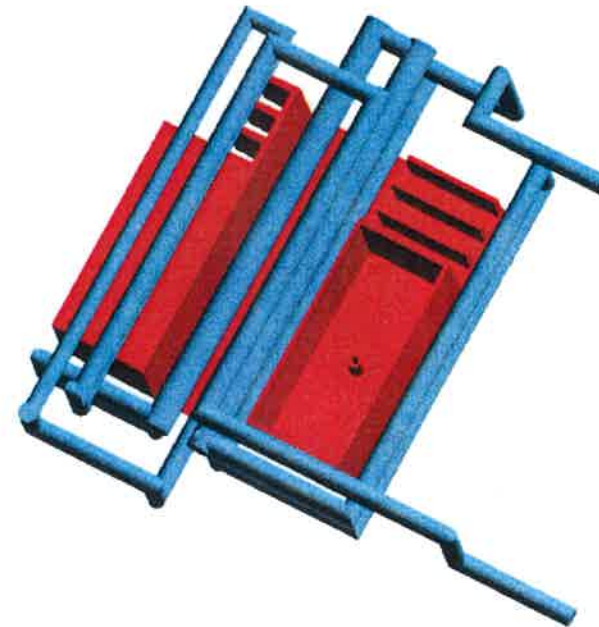


# Grundtemperierung des Versuchswerkzeugs

**Düsenseite:**  
temperierte Vorkammerbuchse zur Reduzierung der Wärmeeinstrahlung durch den Heißkanal

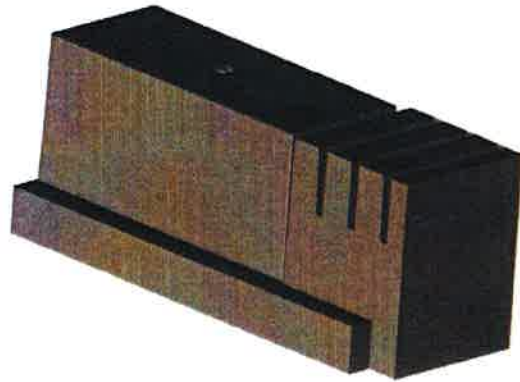


**Schließseite:**  
intensive Temperierung der Außenwände der Kästchen und des Mittelsteges

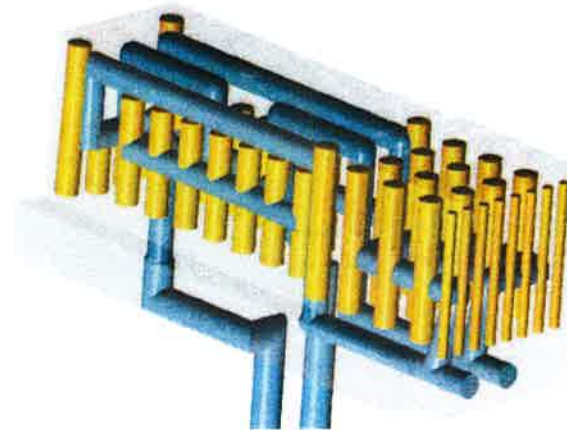


# Temperierkonzept der verwendeten Wechselkerne

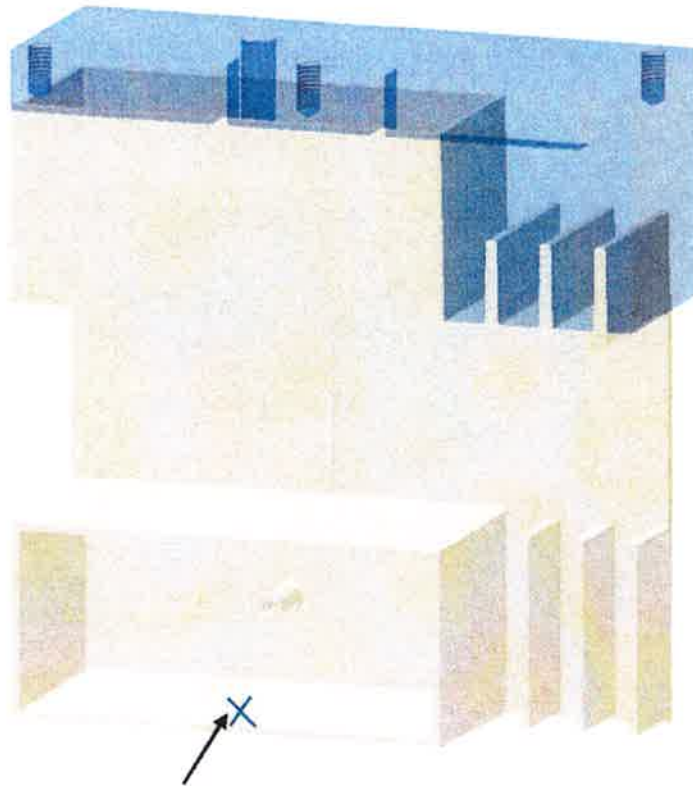
identischer Grundaufbau der Wechselkerne in beiden Einbaulagen



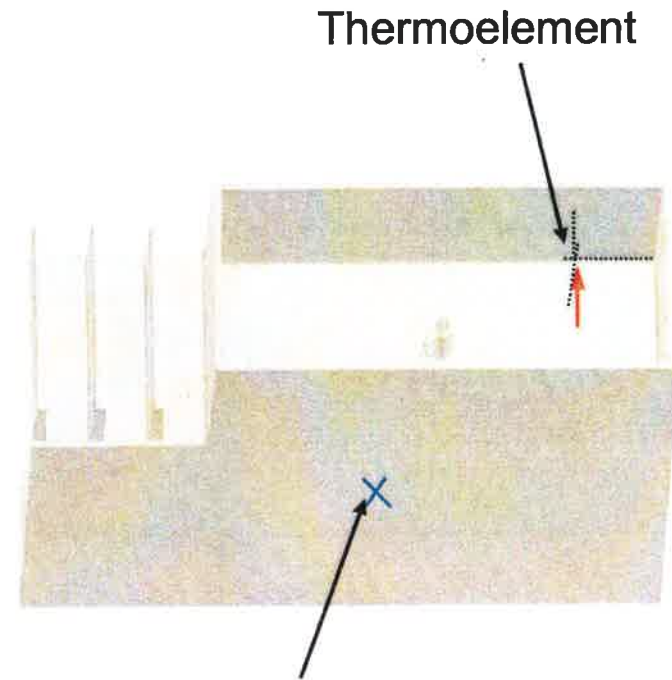
Wechselkerne der Fa. Contura MTC:  
Werkzeugstahl kombiniert mit Kupferkernen  
und konturfolgendem Temperierkanalverlauf



# Positionierung der Temperaturfühler im Werkzeug (Darstellung am Bauteil)



kombinierter Druck-Temperatur-Sensor (angussfern)



kombinierter Druck-Temperatur-Sensor (angussnah)



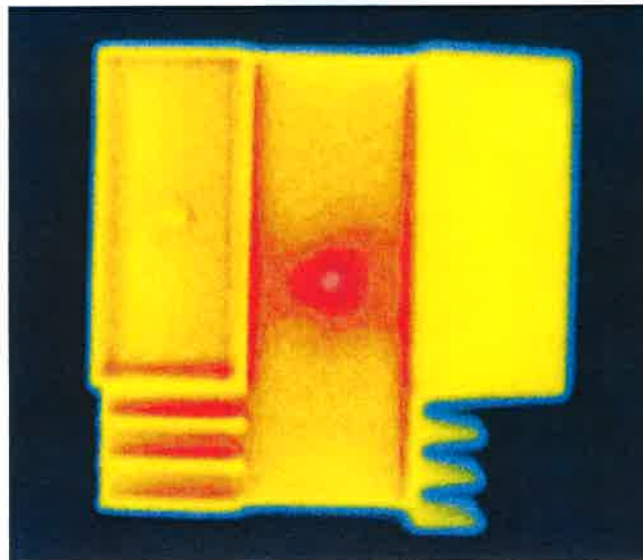
## Prozessparameter der Spritzgießversuche im Technikum des IKV am 15.6.2010

- Spritzgießmaschine: Demag Ergotech, 80t Schließkraft (Sumitomo Demag Plastics Machinery GmbH, Wiehe)
- Material: PC/ABS Bayblend T 65 XF (Bayer MaterialScience AG, Leverkusen)
- Zylindertemperatur / Heißkanaltemperatur: 270 °C
- Werkzeugtemperatur (konventionell / EcoTemp): 80 °C / 40 °C mit 14 s Kühlzeitunterbrechung
- Einspritzgeschwindigkeit: 60 cm<sup>3</sup>/s
- Nachdruckhöhe / -zeit: 300 bar / 12 s
- Restkühlzeit (konventionell / EcoTemp): 14,0 s / 6,5 s
- Gesamtzykluszeit: 40,5 s / 33,0 s

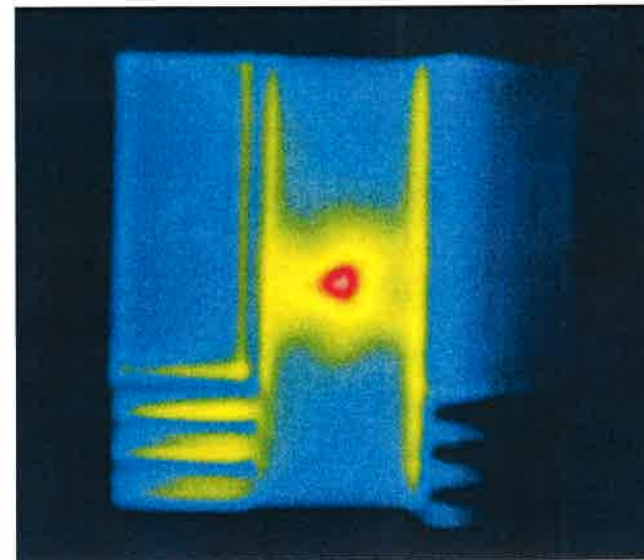


# Thermographieaufnahmen der Bauteile nach Entformung

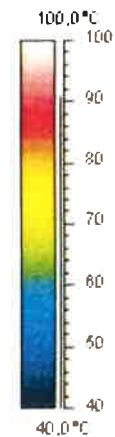
konventionell



EcoTemp



Temp [°C]



Angabe in [°C]	gesamt	Rippenfeld	Heißkanal	Bodenfläche Kästchen
Maximum	92,9	87,3	92,9	85,3
Mittelwert	77,0	79,4	-	78,5

gesamt	Rippenfeld	Heißkanal	Bodenfläche Kästchen
92,6	73,5	92,6	71,2
55,8	59,9	-	54,6

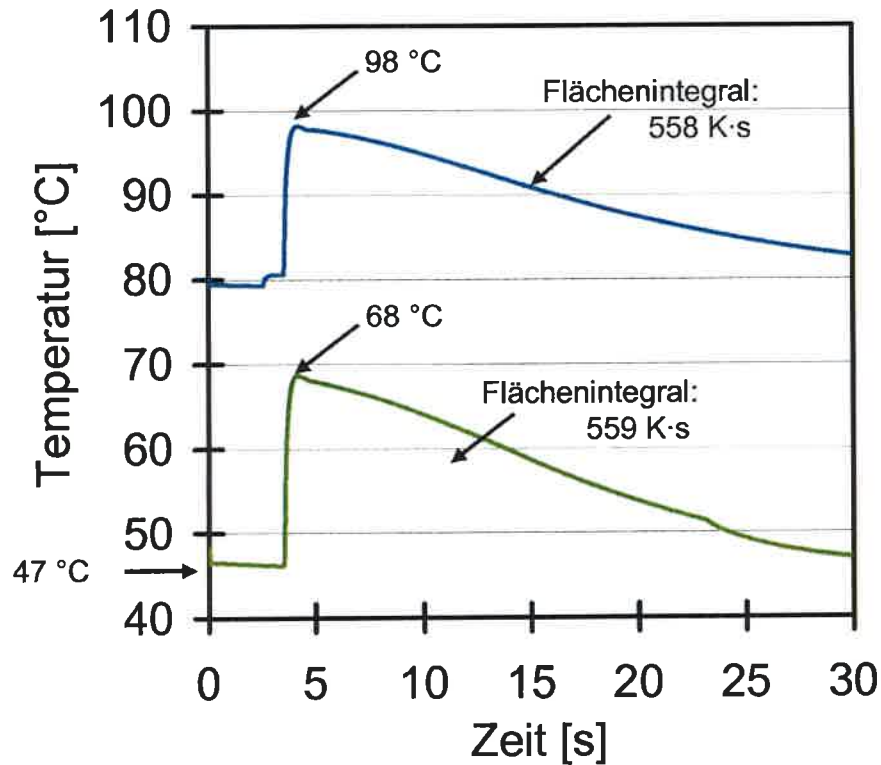
Der Prozess (Kühlzeit) wurde bei Einsatz beider Temperierkonzepte derart eingestellt, dass die maximale Entformungstemperatur im Bereich des Heißkanals ca. 90 °C beträgt.



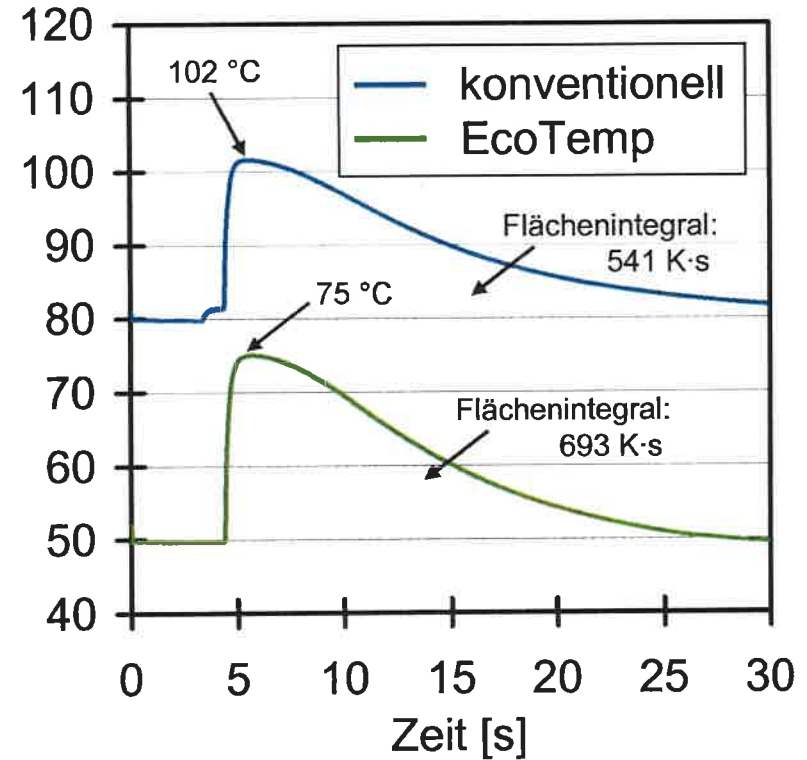


# Verlauf der Temperatur an der Werkzeugoberfläche

Druck-/Temperatursensor angussnah



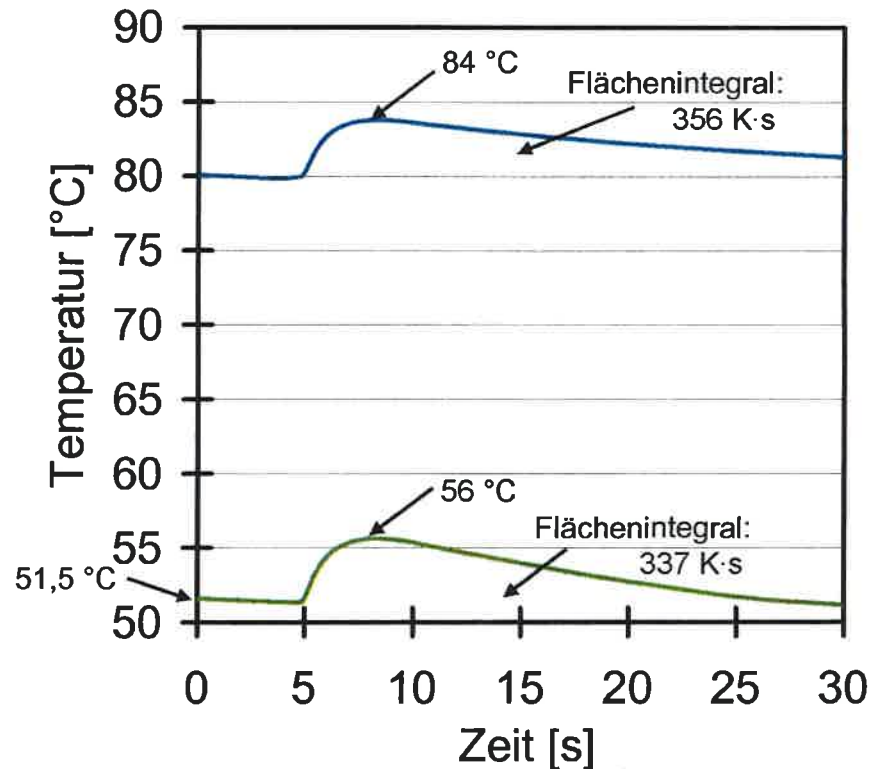
Druck-/Temperatursensor angussfern





# Verlauf der Temperatur im Werkzeuginneren

## Thermoelement im Schieberkern



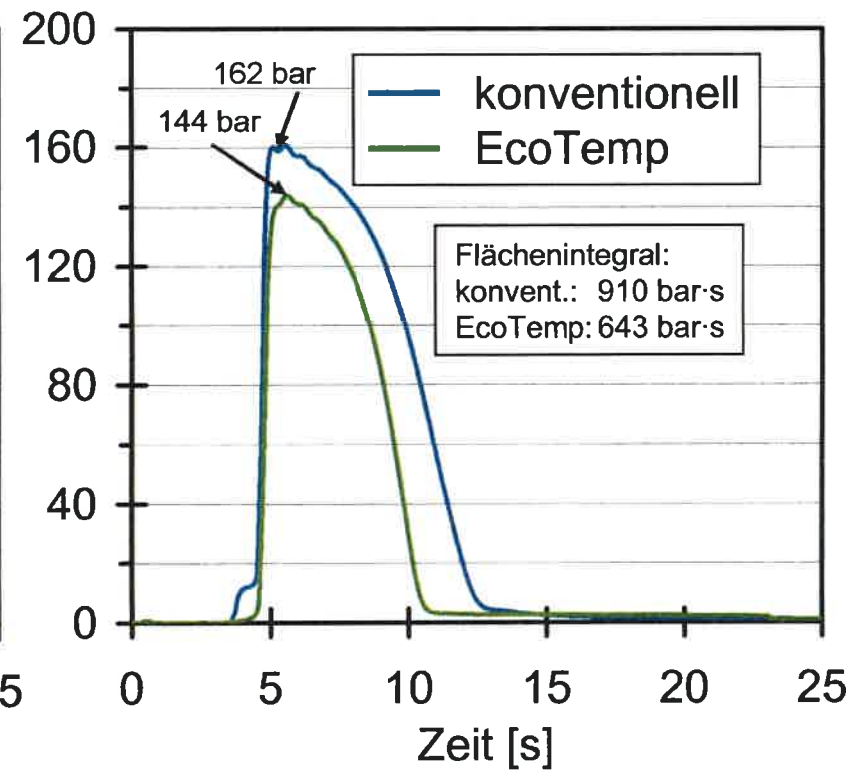
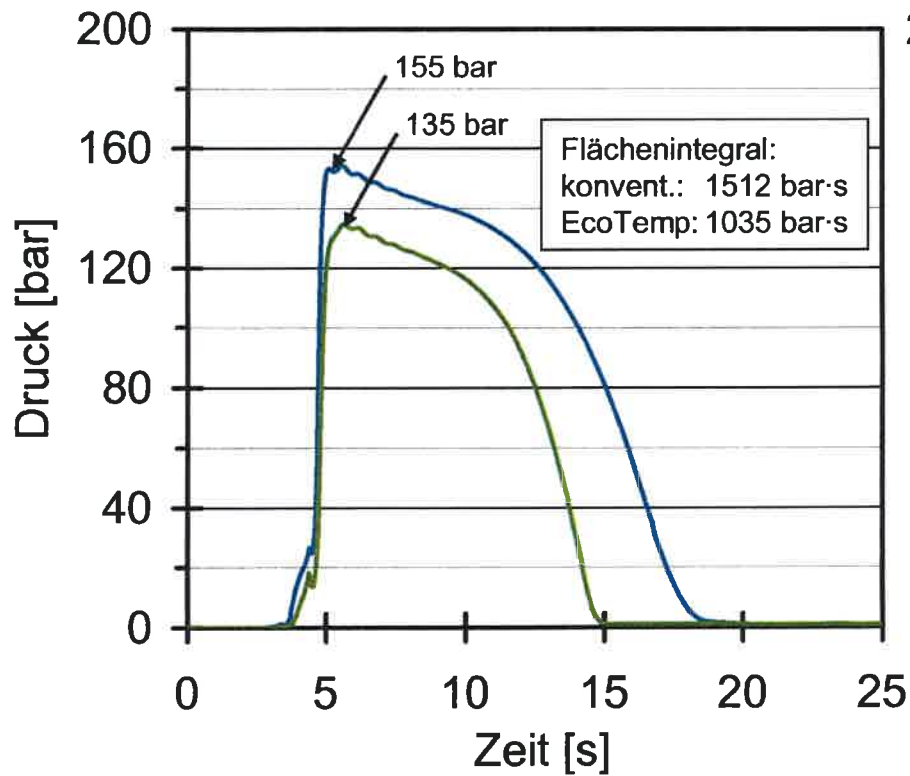
- Bei gleicher maximaler Entformungstemperatur werden die Bauteile bei Einsatz des EcoTemp-Systems deutlich kälter entformt – trotz kürzerer Kühlzeit.
- Die Ursache dafür ist in einer niedrigeren Werkzeugwandtemperatur zu sehen: Bei konventioneller Temperierung liegt an der Werkzeugoberfläche annähernd die Temperatur des Temperiermediums vor (80 °C). Bei dem EcoTemp-System liegt die Temperatur aufgrund der Kühlzeitunterbrechung 7-10 K über der Temperatur des Temperiermediums (an der Messstelle mit 10 mm Abstand von der Werkzeugoberfläche sogar 11,5 K).
- Ausgehend von der Temperatur zu Beginn des Zyklus fällt der Temperaturanstieg nach Einspritzen der Schmelze bei Verwendung des EcoTemp-Systems nur geringfügig stärker aus als bei konventioneller Temperierung. Ausgeglichen wird dies durch eine schnellere Wärmeableitung, v. a. nach Ende der Kühlzeitunterbrechung.



# Verlauf des Werkzeuginnendruckes

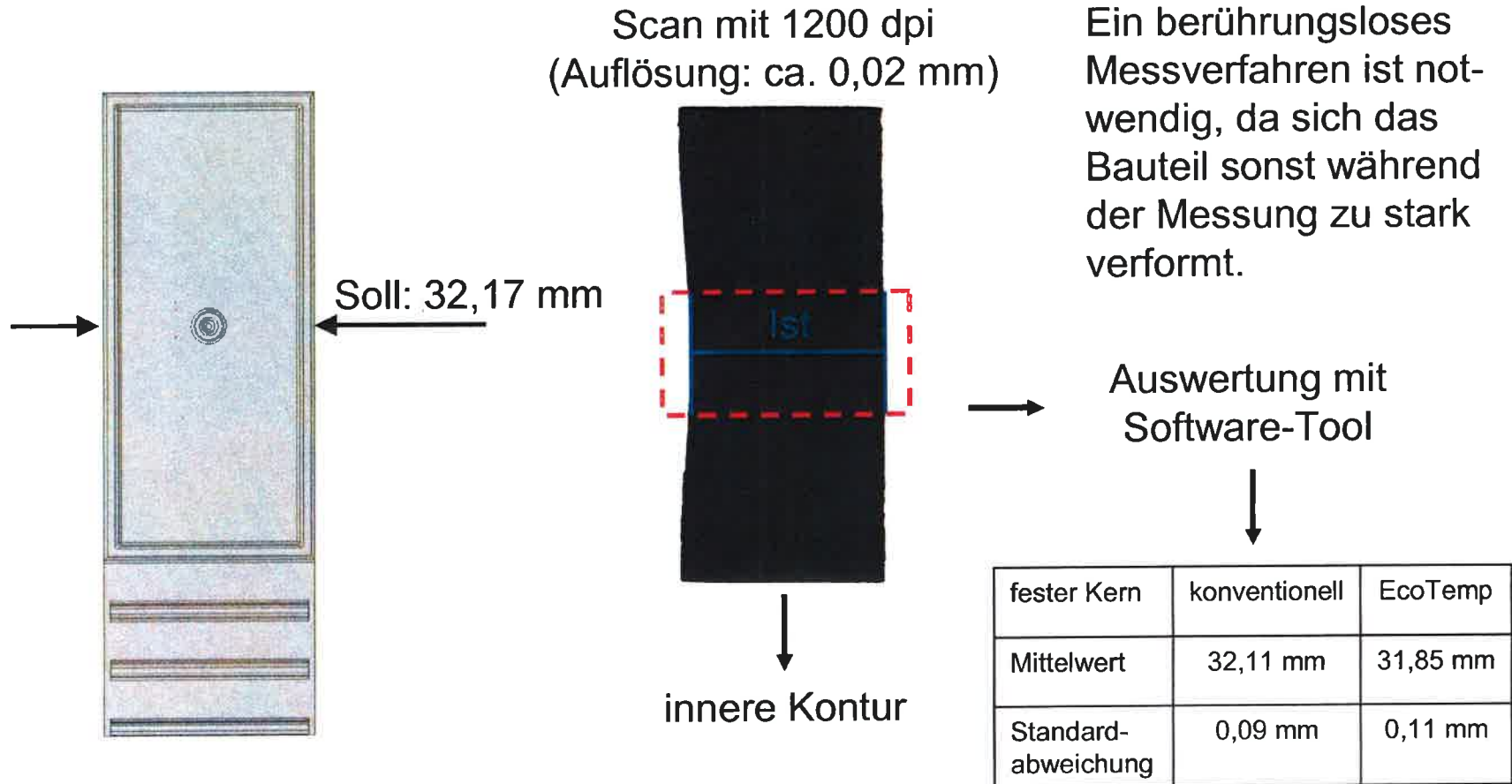
Druck-/Temperatursensor angussnah

Druck-/Temperatursensor angussfern





# Verzug der Kasten geometrien





# Fazit

- Anhand eines Versuchswerkzeugs wurden eine konventionelle Temperierung mit 80 °C Vorlauftemperatur und ein EcoTemp-System mit 40 °C Vorlauftemperatur und einer Kühlzeitunterbrechung von 14 s gegenüber gestellt. Alle übrigen Prozessparameter wurden konstant gehalten.
- Die Kühlzeit wurde derart eingestellt, dass eine maximale Entformungstemperatur von ca. 90 °C im Bereich des Anschnitts erreicht wurde. Dabei war der optische Eindruck der Bauteile bei beiden Prozessen vergleichbar.
- Mit dem EcoTemp-System konnte die Zykluszeit um 7,5 s auf 33,0 s reduziert werden, d. h. es wurde eine Zykluszeitverkürzung von 18,5 % erreicht.
- Bei gleichen maximalen Temperaturen am Anschnitt sind die Entformungstemperaturen auf der restlichen Bauteilfläche bei Einsatz des EcoTemp-Systems um gut 20 K niedriger (sh. Thermographieaufnahmen).
- Ursache dafür ist die geringere Werkzeugtemperatur bei Einsatz der EcoTemp-Temperierung. Durch die Kühlzeitunterbrechung liegt die Temperatur an der Werkzeugoberfläche zwar 7-10 K über der Vorlauftemperatur, damit aber immer noch um 30 K niedriger als bei konventioneller Temperierung.
- Ausgehend von den Temperaturen zu Beginn des Zyklus ist der Temperaturgang an der Werkzeugoberfläche bei beiden Konzepten sehr ähnlich. Das EcoTemp-System zeigt einen leicht stärkeren Temperaturanstieg, dafür aber auch eine schnellere Abkühlung.