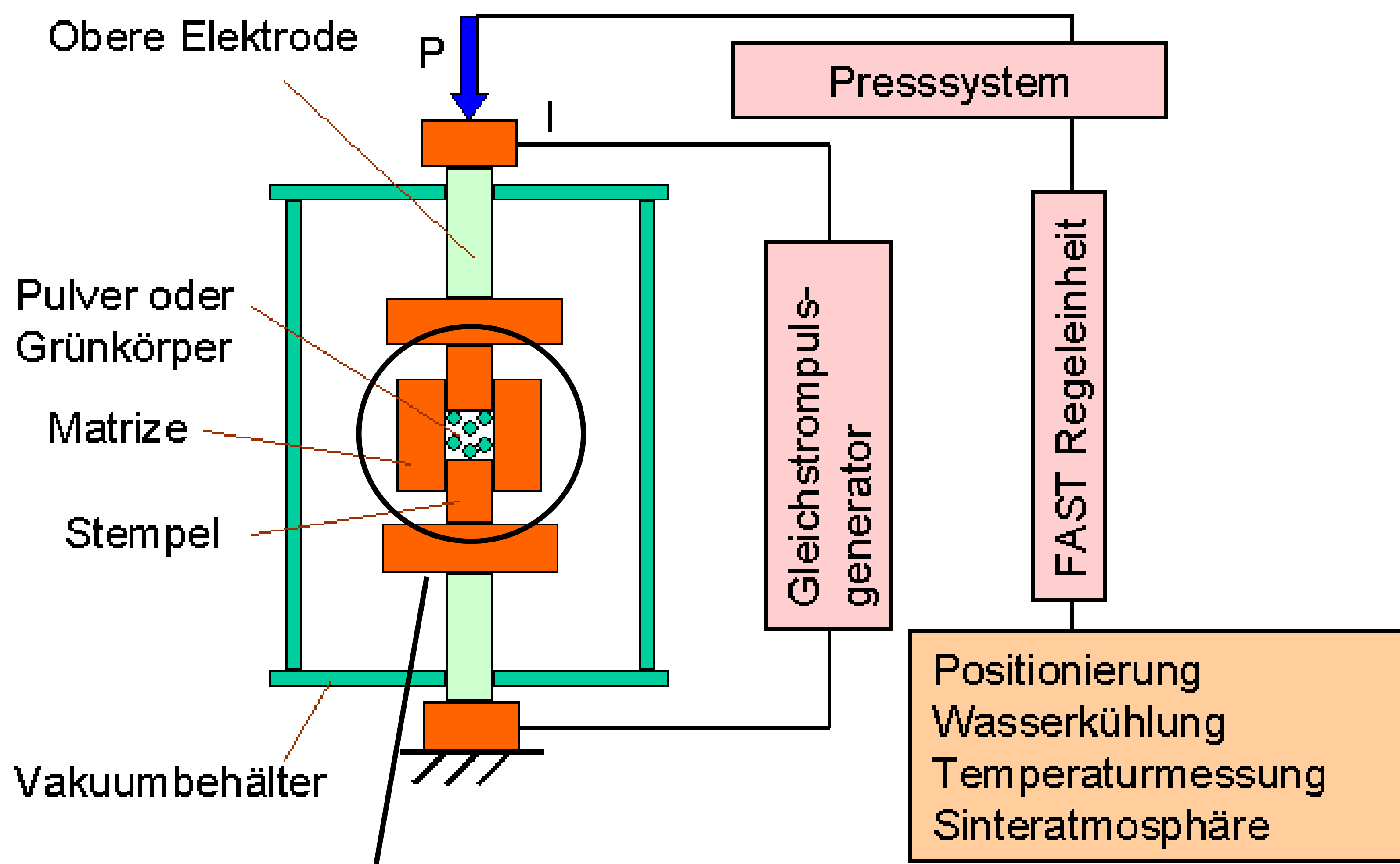


Entwicklung von hochtemperaturbeständigen Werkzeugmaterialien für ein ultraschnelles Sinterverfahren FAST²

Dirk Staudenecker, Oliver Lott, Alwin Nagel

Projektziel mit Problemstellung

- FAST²-Prozess (Field Assisted Sintering Technology)**
- Ultraschneller Sinterprozess durch konduktive Werkstückaufheizung
 - Hohe thermisch-mechanische Belastung des Werkzeugs
 - Heiz- und Kühlraten >1000 K/min
 - Hoch produktiver Prozess (gleichzeitiges Pressen und Sintern)



Thermisch-mechanische Belastung lässt Werkzeug im Versuch bersten

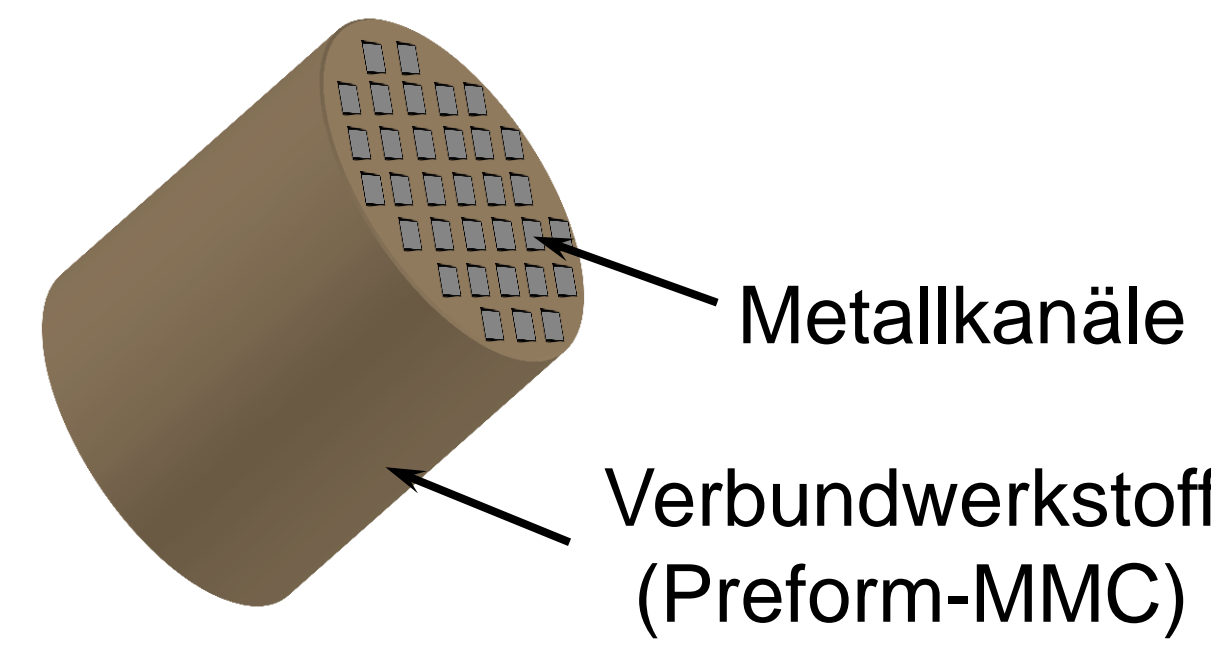
- Hohe Presskräfte
- Hohe Temperaturen (>1000°C)
- Schnelle Heiz- und Kühlraten (>1000 K/min)
- Geringe Wärmeleitfähigkeit führt zu hohen Thermospannungen

Quelle: FCT
Si₃N₄ Werkzeug nach wenigen Versuchen

Konzepte Verbundwerkstoffdesign

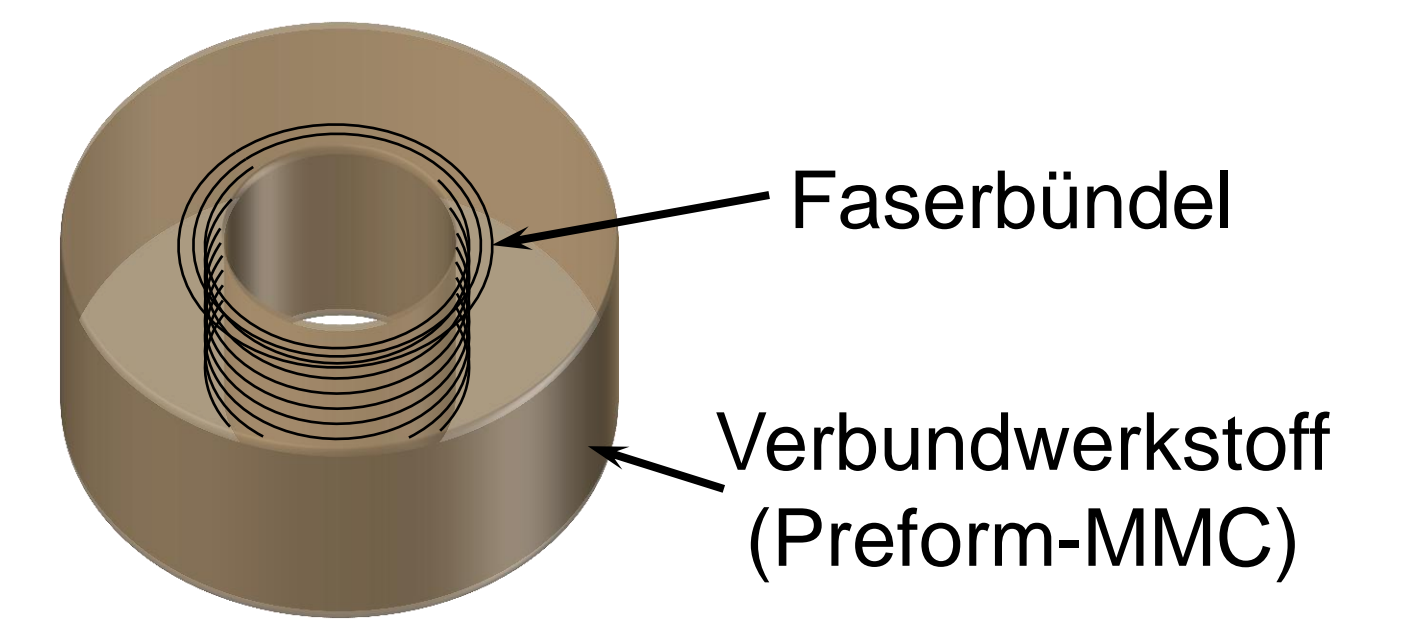
Stempel

- Offenporöse Preform mit gerichteter Porenstruktur
- Metalladern in Pressrichtung für gesteigerte Leitfähigkeit
- Keramisches Netzwerk als Rückgrat zur Aufnahme der Presskräfte



Matrize

- Entwicklung Hybridpreform mit Langfaserverstärkung
- Hervorragende Belastbarkeit in Zugrichtung
- Isolation und verbesserte Reibeigenschaften durch keramische Schicht im Innern



Anlagenprototypen für die Werkstoffsynthese



- Vakuum / Schutzgasatmosphäre
- Temperatur von Schmelze und Preform bis zu 1600°C
- Werkzeugtemperatur bis 1250°C
- 6 bewegte Achsen
- 4 Temperaturzonen
- Automatischer Prozessablauf möglich

Anforderungen an den Verbundwerkstoff

Unterschiede in den Anforderungsprofilen für die Werkzeugbestandteile

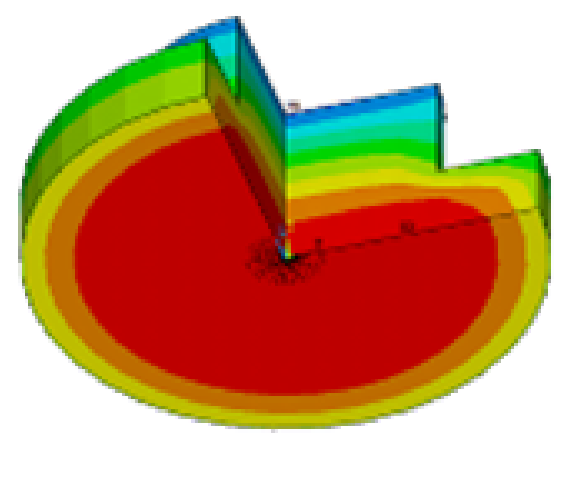
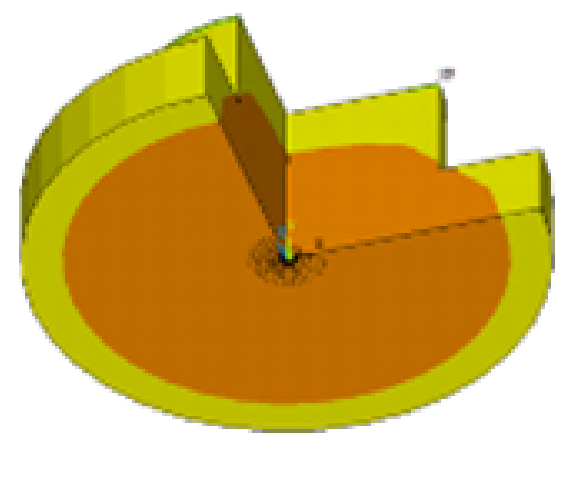
Stempel

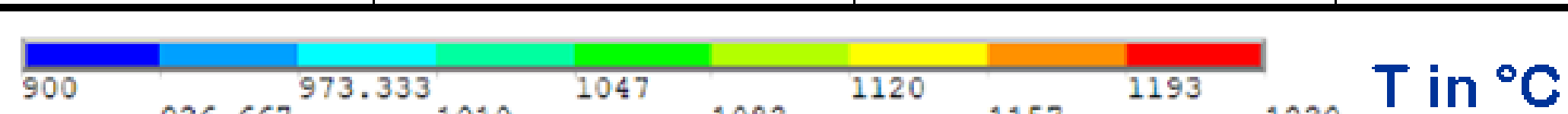
- Hohe Druckbelastung
- Hohe elektrische Leitfähigkeit

Matrize

- Hohe Zugbelastung
- Elektrisch isolierend

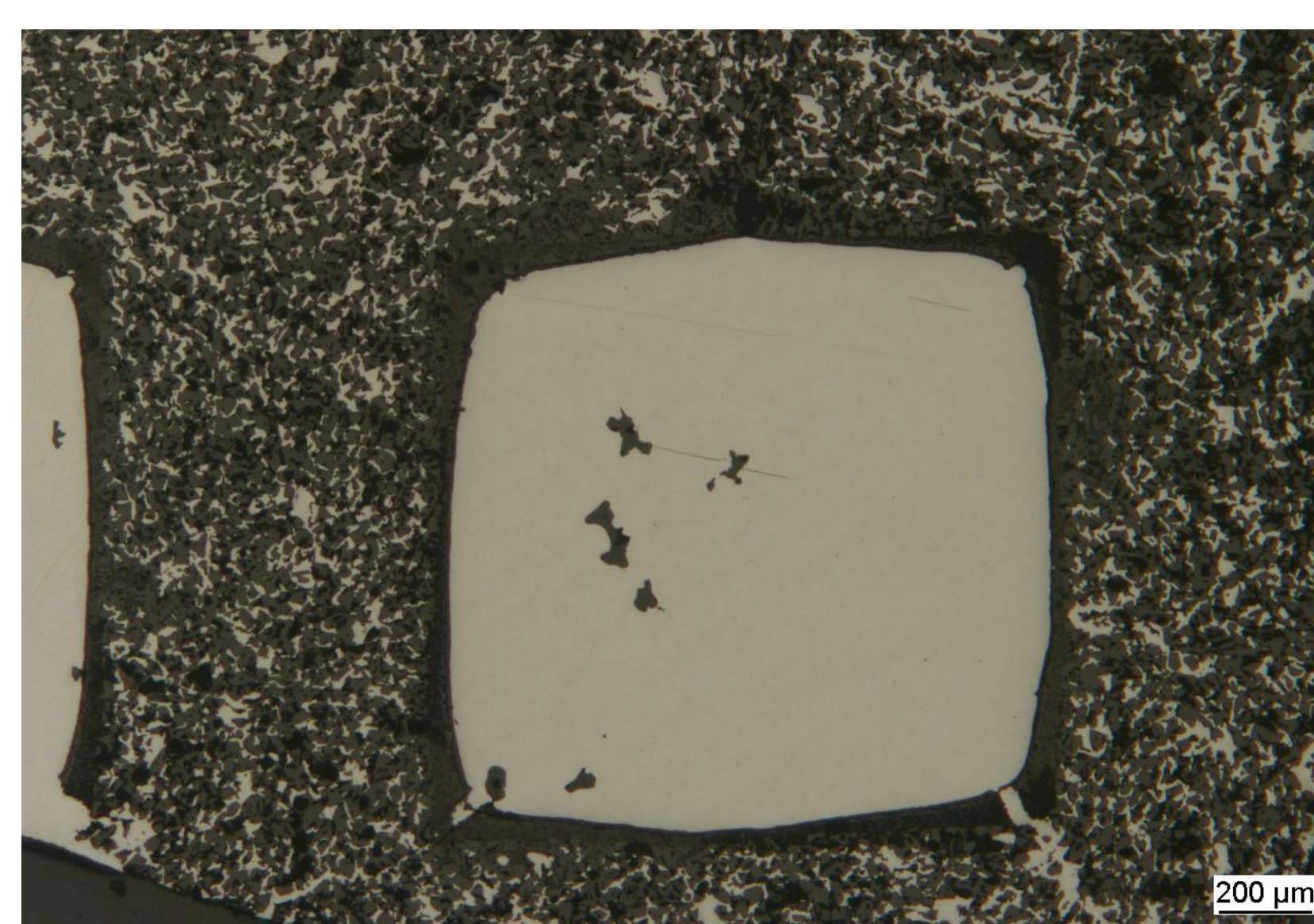
→ Maßgeschneiderte Werkzeugmaterialien sind für den FAST² Prozess notwendig

Modell:	FASTq2	FASTq4	Fastq6	FASTq7
gezeigt ist ein 3/8-Modell des vereinfachten Demonstratorbauteiles				
ΔT-axial:	288 K	292 K	67 K	70 K
ΔT-radial:	103 K	8 K	41 K	11 K



Modellierung der Wärmeverteilung im FAST²-Prozess durch Variation der Leitfähigkeit (thermisch / elektrisch) des Werkzeugmaterials

Erste Umsetzung der Werkstoffkonzepte



Metallkanal im Verbundwerkstoffgefüge

- Designkonzept für Stempel
- Al₂O₃-Preform
- Infiltration im Squeeze Casting
- Ni-Cr Legierung als Metallphase
- Idee umsetzbar
- Eignung als Stempel ist noch nachzuweisen