

# Mehrkomponentenspritzgießen mit Galvanoformung als Fertigungsalternative für komplexe Mikrobauerteile

Dipl.-Ing. Jürgen Prokop  
Institut für Materialforschung III

Karlsruher Institut für Technologie



2. Industriekolloquium der Forschergruppe 702  
KIT | Campus Nord, 24. Juni 2010



## Motivation und Zielsetzung



Quelle: Fa. H. Moser & Cie.

### LIGA Bauteile

- nahezu freie laterale Formgebung
- Strukturhöhen bis zu 3 mm (Röntgen-LIGA)
- hohe Aspektverhältnisse
- Seitenwandrauigkeit < 50 nm

Massenherstellung = Kostenproblem

## Herstellverfahren für Mikrobauerteile ...

... aus metallischen (und keramischen) Werkstoffen

... mit sehr guten Oberflächenqualitäten

... mit feinsten Strukturierungsmöglichkeiten

... bei Beachtung der Herstellungskosten

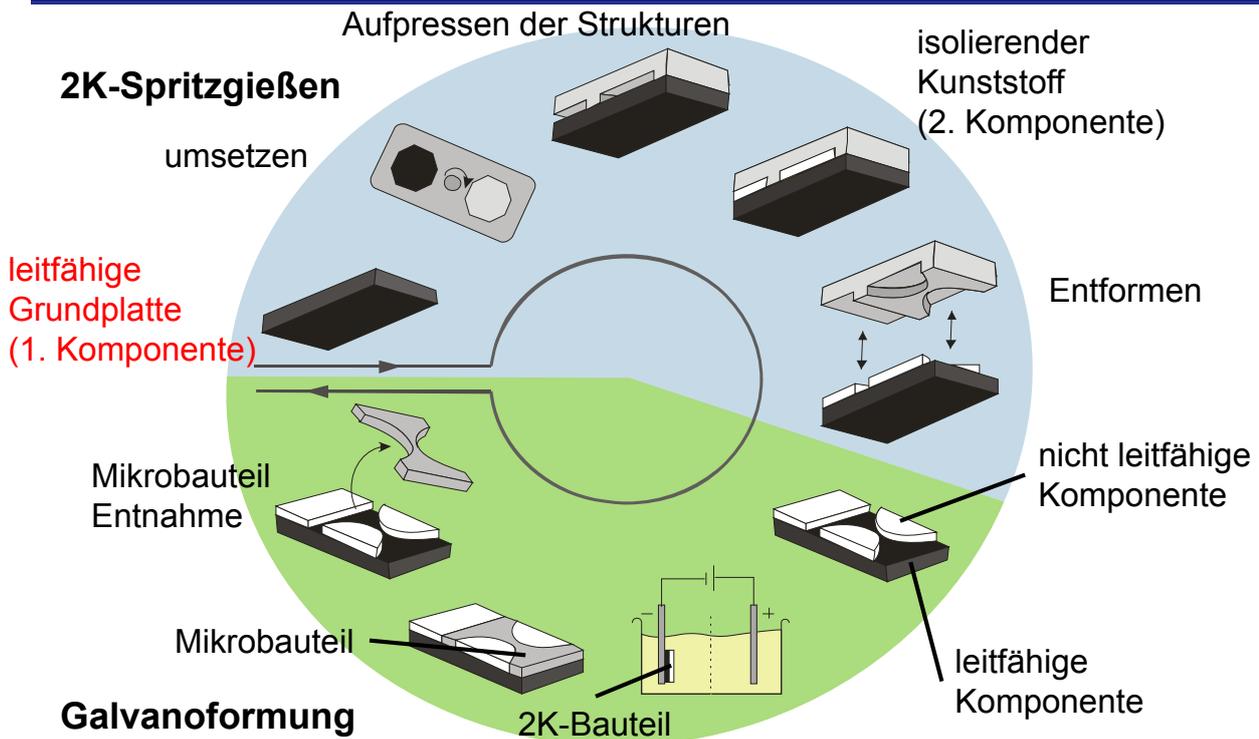


Dipl.-Ing. Jürgen Prokop  
IMF III, Karlsruher Institut für Technologie

Bild 2



# Mehrkomponenten-Spritzgießen und Galvanoformung (MSG-Prozess)



Dipl.-Ing. Jürgen Prokop  
IMF III, Karlsruher Institut für Technologie

Bild 5

## Homogene elektrische Leitfähigkeit

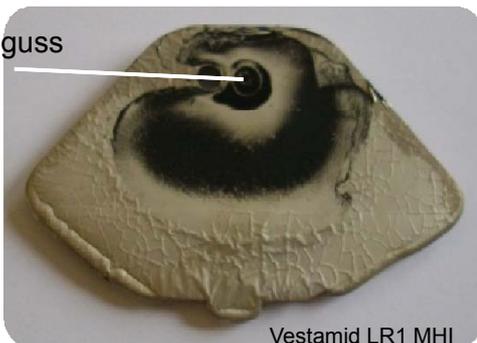
### Herausforderung

- benötigter Oberflächenwiderstand  $\leq 25 \Omega$  (Vierpunktmessmethode)
- homogene Leitfähigkeit wichtig für gleichzeitige Galvanoformung von mehreren Strukturen  
→ durch gestufte Einspritzgeschwindigkeit, homogene Bauteiloberfläche möglich

Ergebnis wird nach 10 min Galvanoformung deutlich sichtbar

konstante Einspritzgeschwindigkeit

Punktanguss



Vestamid LR1 MHI

gestufte Einspritzgeschwindigkeit

Punktanguss



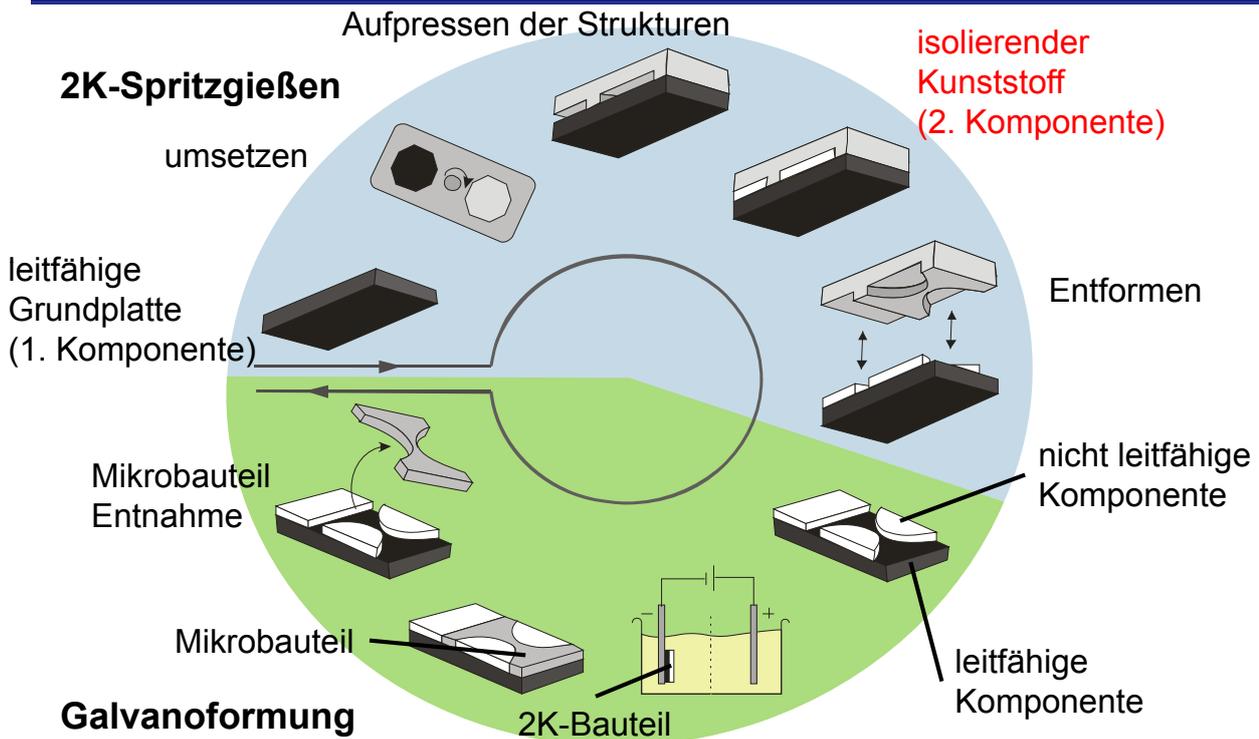
Vestamid LR1 MHI



Dipl.-Ing. Jürgen Prokop  
IMF III, Karlsruher Institut für Technologie

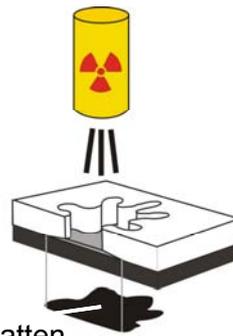
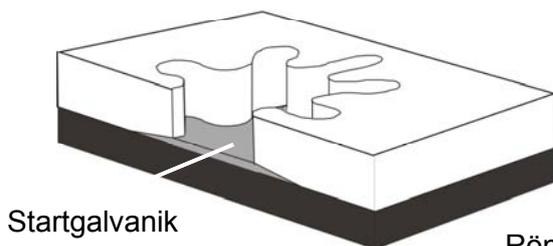
Bild 6

# Mehrkomponenten-Spritzgießen und Galvanoformung (MSG-Prozess)



## Spaltfreier Verbund

### 2 Komponenten-Spritzgießen



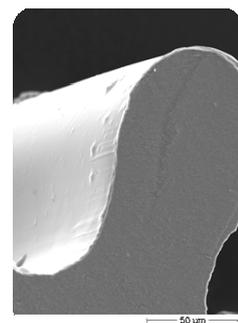
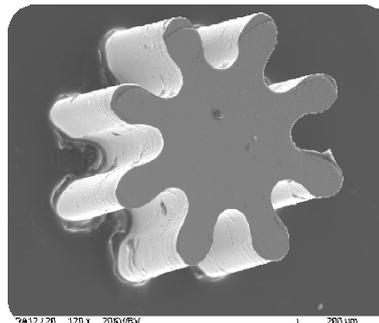
Zielgröße

- Fläche

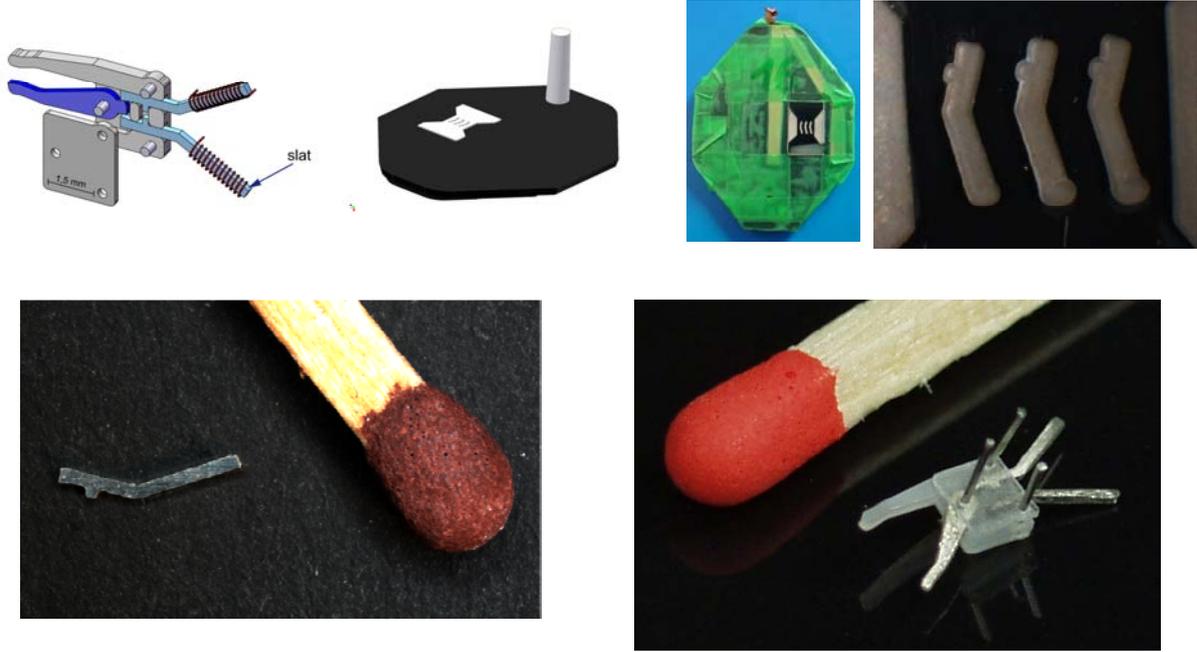


### Statistische Versuchsplanung

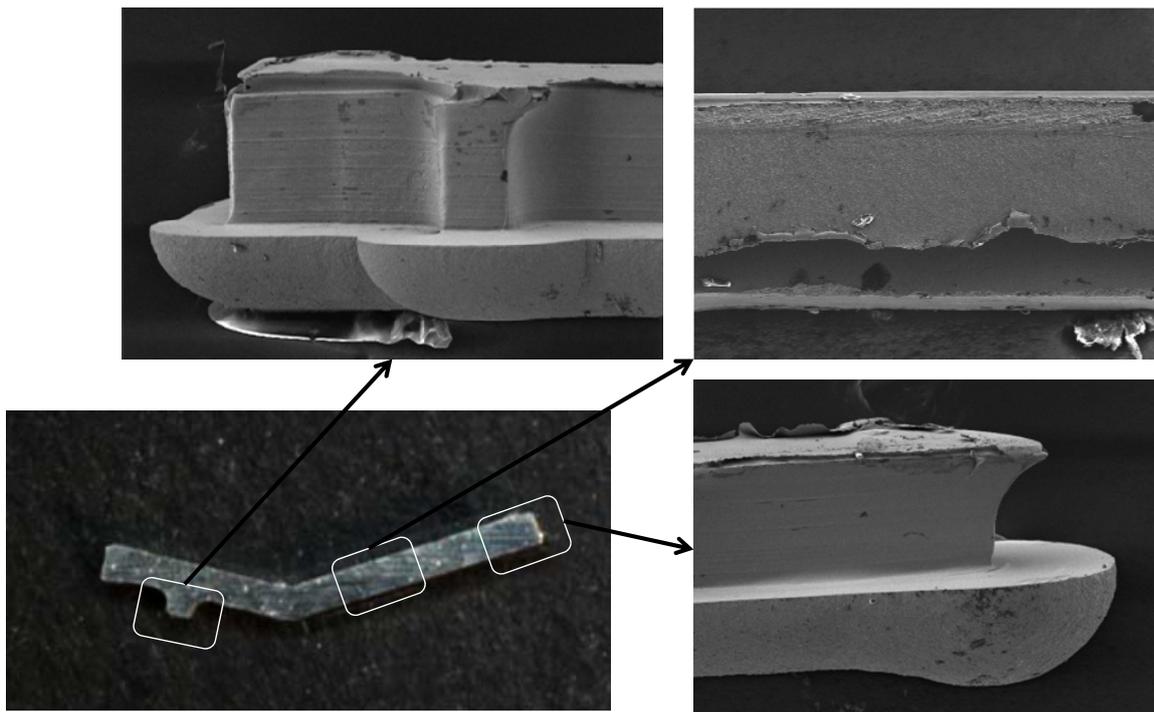
- Einspritzgeschwindigkeit ↑
- Nachdruckzeit ↓
- Entformungstemperatur der 1. Komponente ↔
- Nachdruckhöhe ↔



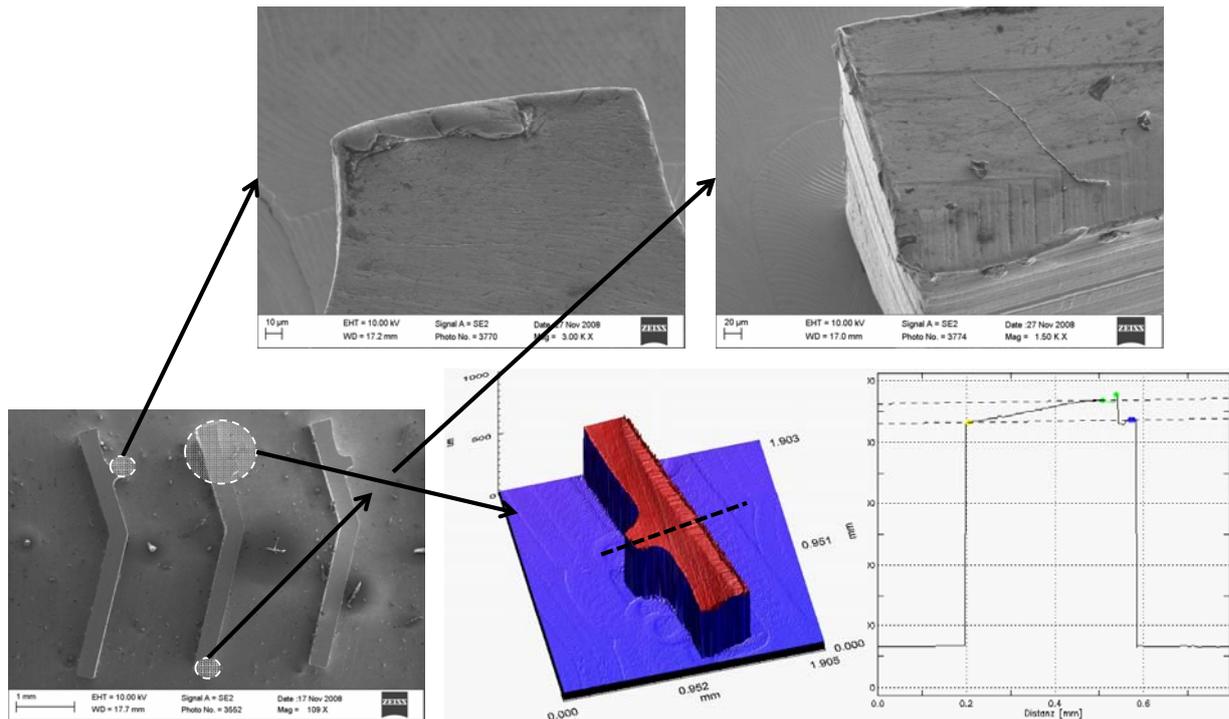
# MSG-Prozesskette am Beispiel eines Mikrospulenkerns



# Problematik: gefräster Formeinsatz - Mikrospulenkern



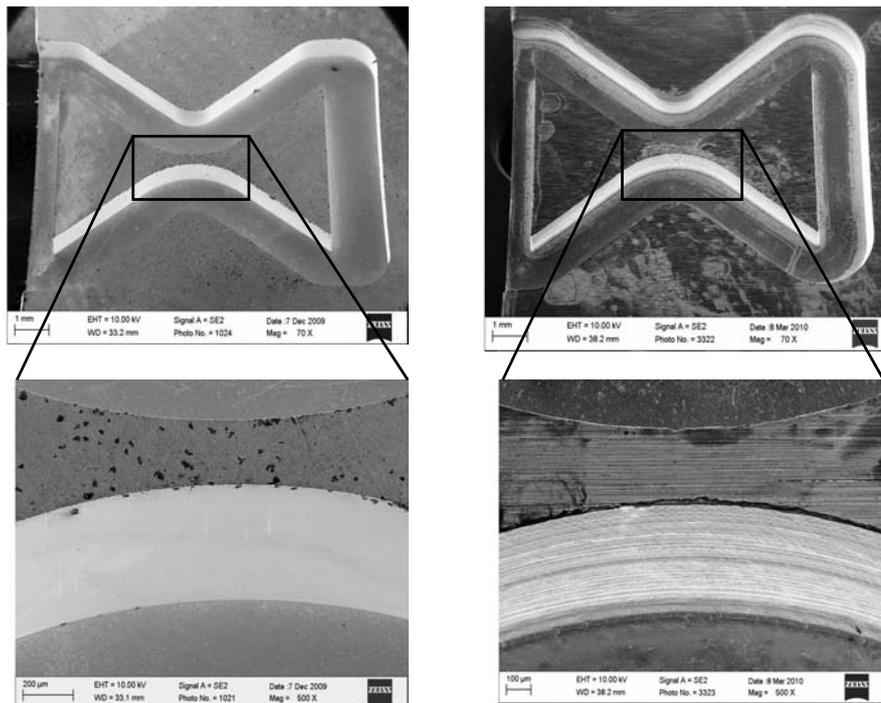
# Problematik gefräster Formeinsatz?



Dipl.-Ing. Jürgen Prokop  
IMF III, Karlsruher Institut für Technologie

Bild 11

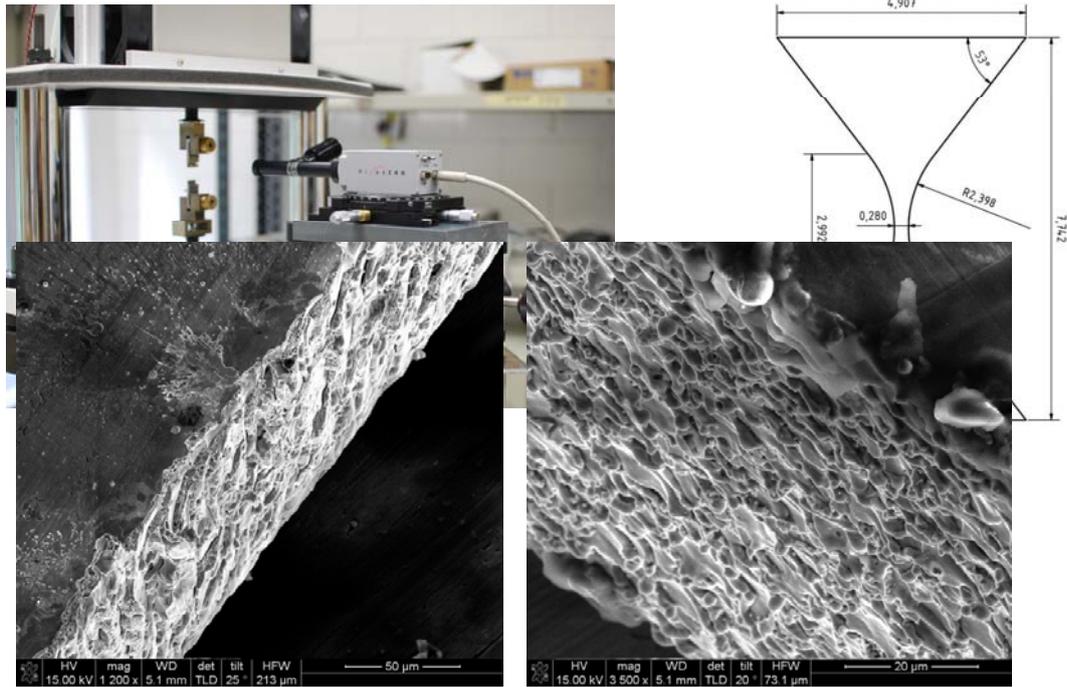
# Vergleichende Untersuchung UV-LIGA FE und gefräster FE



Dipl.-Ing. Jürgen Prokop  
IMF III, Karlsruher Institut für Technologie

Bild 12

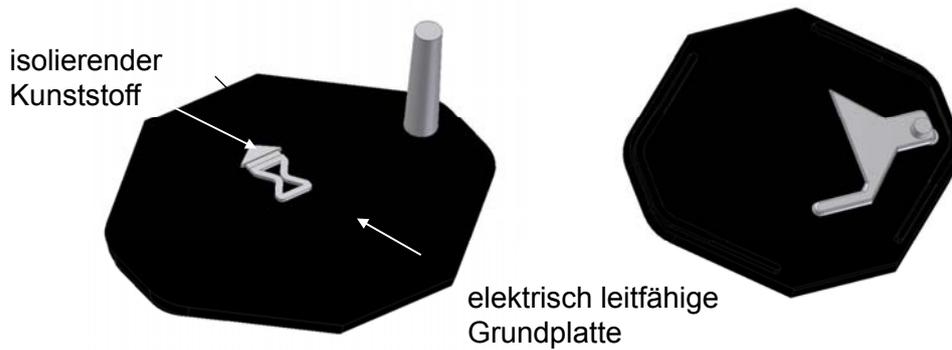
# Mikroermüdungsprobe



Dipl.-Ing. Jürgen Prokop  
IMF III, Karlsruher Institut für Technologie

Bild 13

# Mikroermüdungsprobe

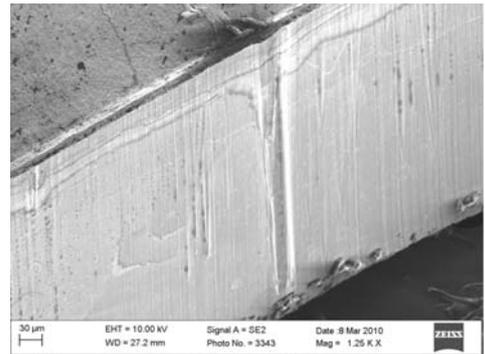
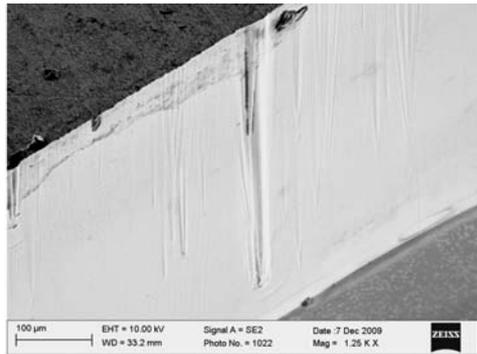
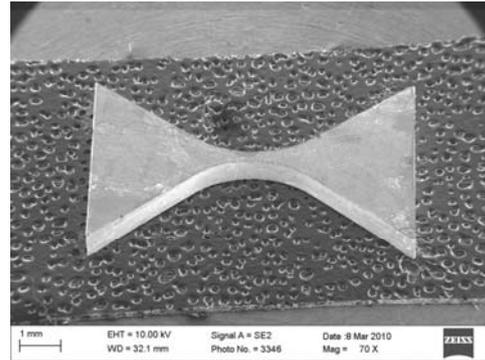
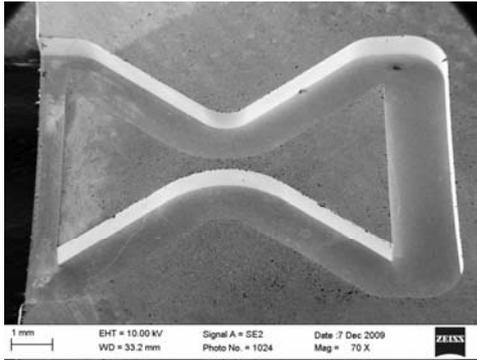


Dipl.-Ing. Jürgen Prokop  
IMF III, Karlsruher Institut für Technologie

Bild 14

## LIGA-Formeinsatz

## MSG-Bauteil

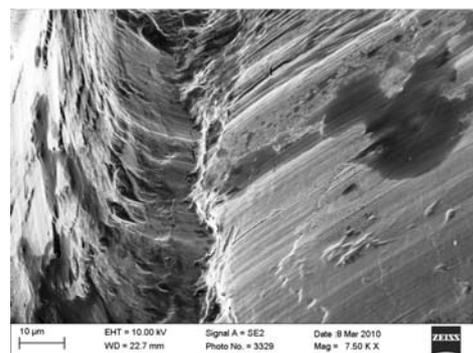
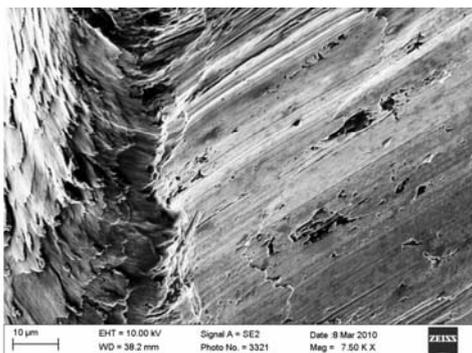
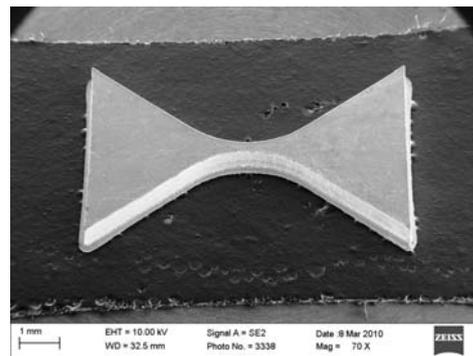
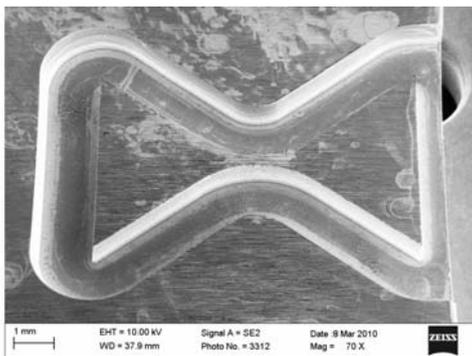


Dipl.-Ing. Jürgen Prokop  
IMF III, Karlsruher Institut für Technologie

Bild 15

## Gefräster Formeinsatz

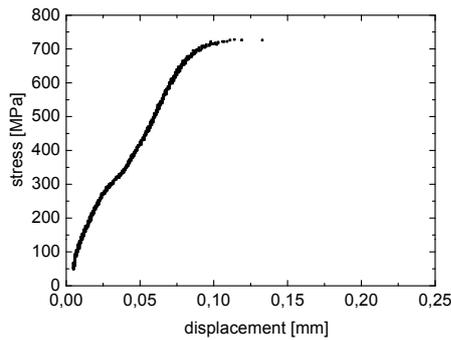
## MSG-Bauteil



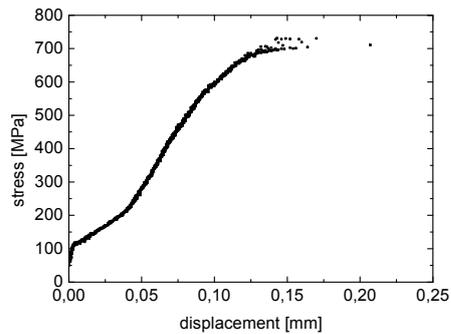
Dipl.-Ing. Jürgen Prokop  
IMF III, Karlsruher Institut für Technologie

Bild 16

# Zugversuch

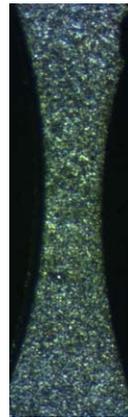


LIGA

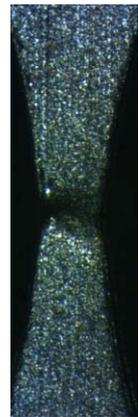


gefräst

Ausgangszustand:



Probe mit Einschnürung:



Zugversuch: Lastkontrolliert  
Material: Nickel (Grobkristallin)

Ergebnis: Festigkeit: ~728 MPa

→ Ermüdungsuntersuchungen folgen



Dipl.-Ing. Jürgen Prokop  
IMF III, Karlsruher Institut für Technologie

Bild 17

## Zusammenfassung und Ausblick

- Mehrkomponentenspritzgießen und Galvanoformung als Fertigungsalternative
- Herausforderungen der Prozesskette gelöst:
  - Elektrischer Oberflächenwiderstand homogen und besser 25 Ohm
  - Parameter für spaltfreie Zweikomponentenbauteile
- Replikation des Mikrospulenkerns
- Vergleichende Untersuchung zwischen dem MSG-Prozess:
  - Gefräster Formeinsatz kann gut repliziert werden
  - UV- LIGA Formeinsatz kann gut repliziert werden

→ Statistische Absicherung der Ergebnisse

→ Mikroermüdungsmessung

→ Materialscreening

→ Angepasste Geometrien mit definierten Defekten



Dipl.-Ing. Jürgen Prokop  
IMF III, Karlsruher Institut für Technologie

Bild 18

---

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !**

---

Kontaktinformation:

Dipl.-Ing. Jürgen Prokop  
Institut für Materialforschung III  
KIT | Campus Nord  
+49 (0) 7247 / 82 - 4005  
juergen.prokop@kit.edu



Dipl.-Ing. Jürgen Prokop  
IMF III, Karlsruher Institut für Technologie

**Bild 19**