

Mehrkomponentenspritzgießen mit Galvanoformung als Fertigungsalternative für komplexe Mikrobauteile

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
- Seitenwandrauheit < 50 nm

Massenherstellung = Kostenproblem

Herstellverfahren für Mikrobauteile ...

... aus metallischen (und keramischen) Werkstoffen

... mit sehr guten Oberflächenqualitäten

... mit feinsten Strukturierungsmöglichkeiten

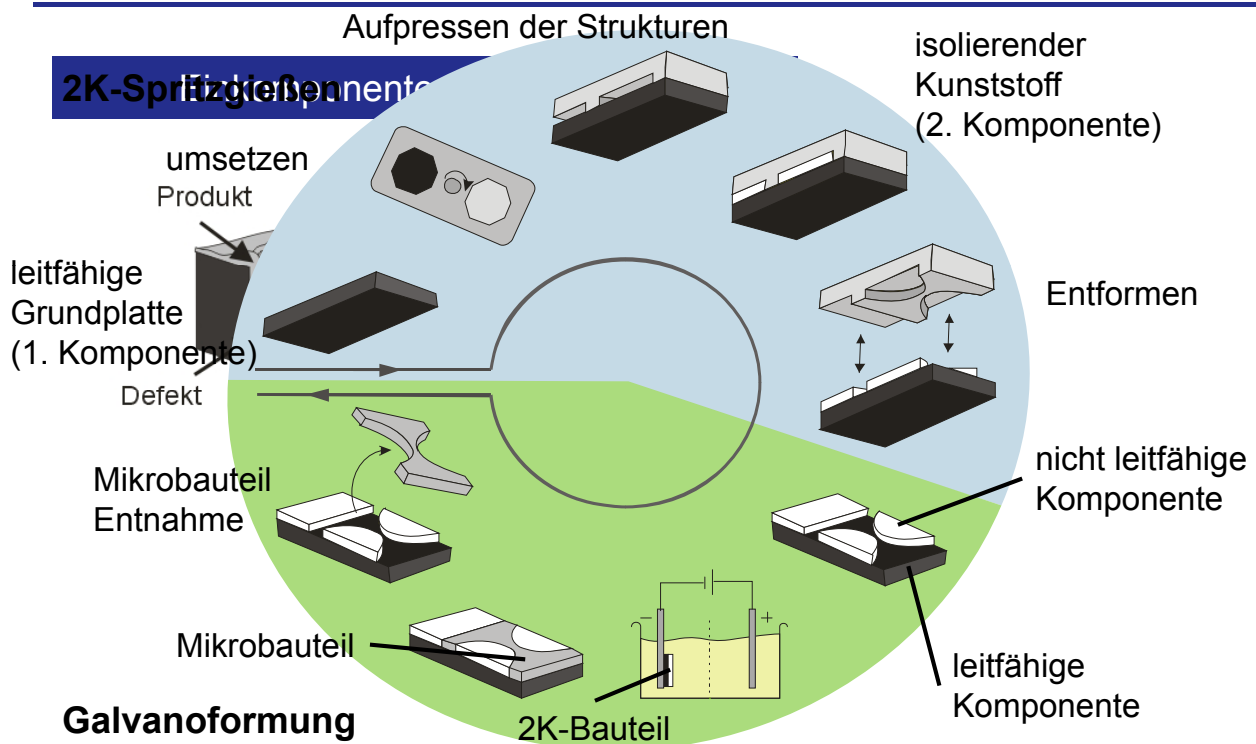
... bei Beachtung der Herstellungskosten



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 3

Gliederung

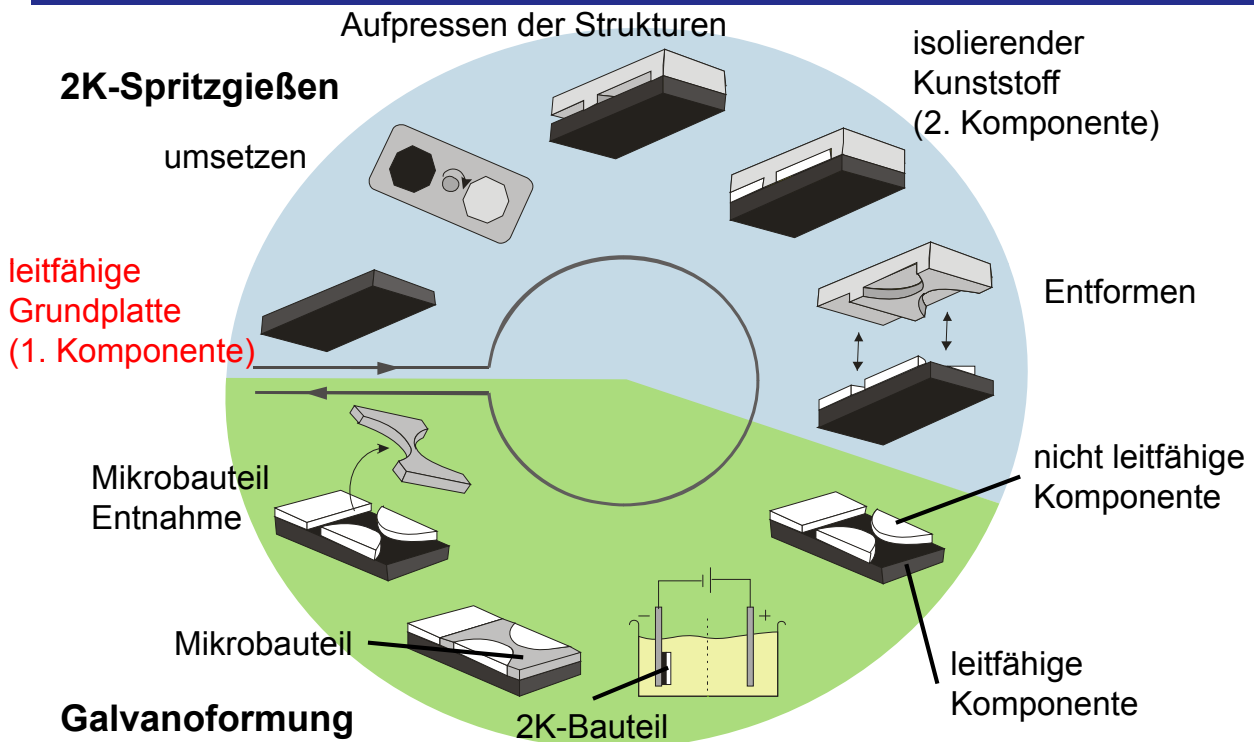
- Herausforderungen der Prozesskette
 - Homogene elektrische Leitfähigkeit
 - Spaltfreier Verbund
- MSG-Prozesskette am Beispiel eines Mikrosolenkerns
- Vergleichende Untersuchung zwischen dem MSG-Prozess:
 - gefrästen Formeinsatz
 - LIGA Formeinsatz
- Materialcharakterisierung
- Zusammenfassung und Ausblick



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

Bild 4

Mehrkomponenten-Spritzgießen und Galvanoformung (MSG-Prozess)



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

Bild 5

Homogene elektrische Leitfähigkeit

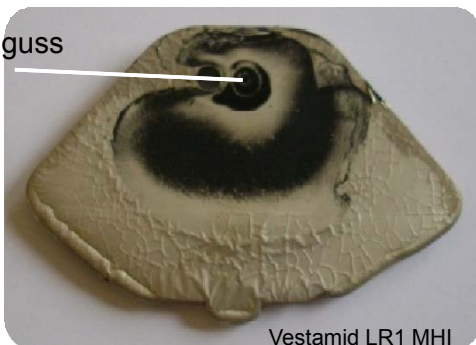
Herausforderung

- 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



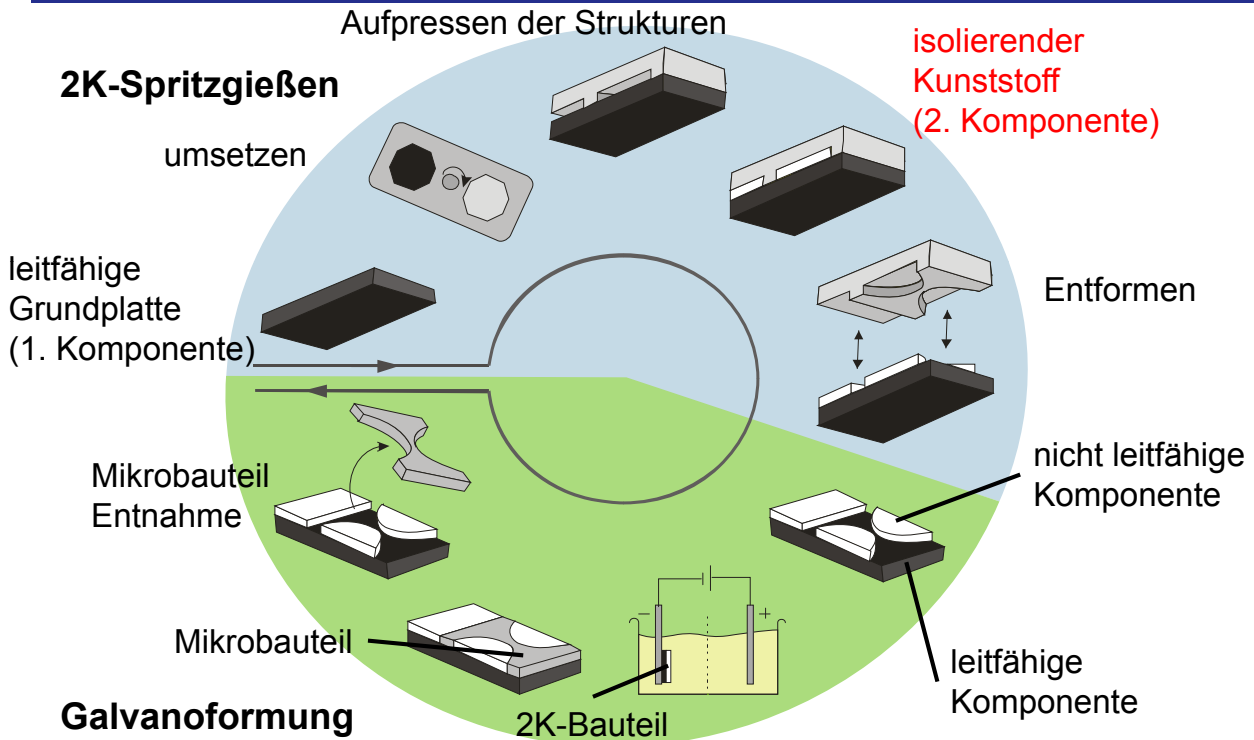
Vestamid LR1 MHI



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

Bild 6

Mehrkomponenten-Spritzgießen und Galvanoformung (MSG-Prozess)

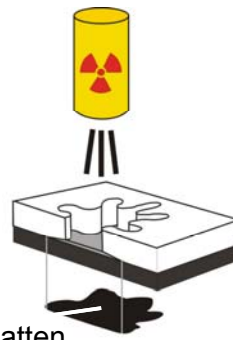
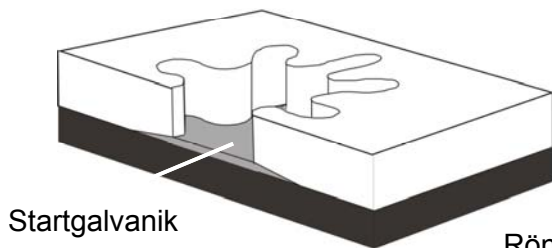


Dipl.-Ing. Jürgen Prokop
IMF III, Karlsruher Institut für Technologie

Bild 7

Spaltfreier Verbund

2 Komponenten-Spritzgießen



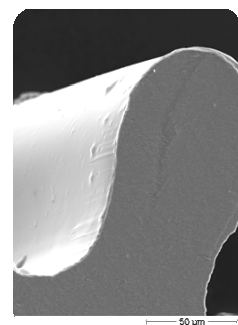
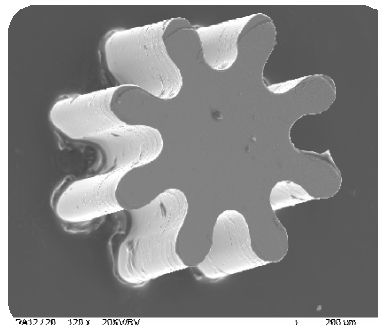
Zielgröße

- Fläche



Statistische Versuchsplanung

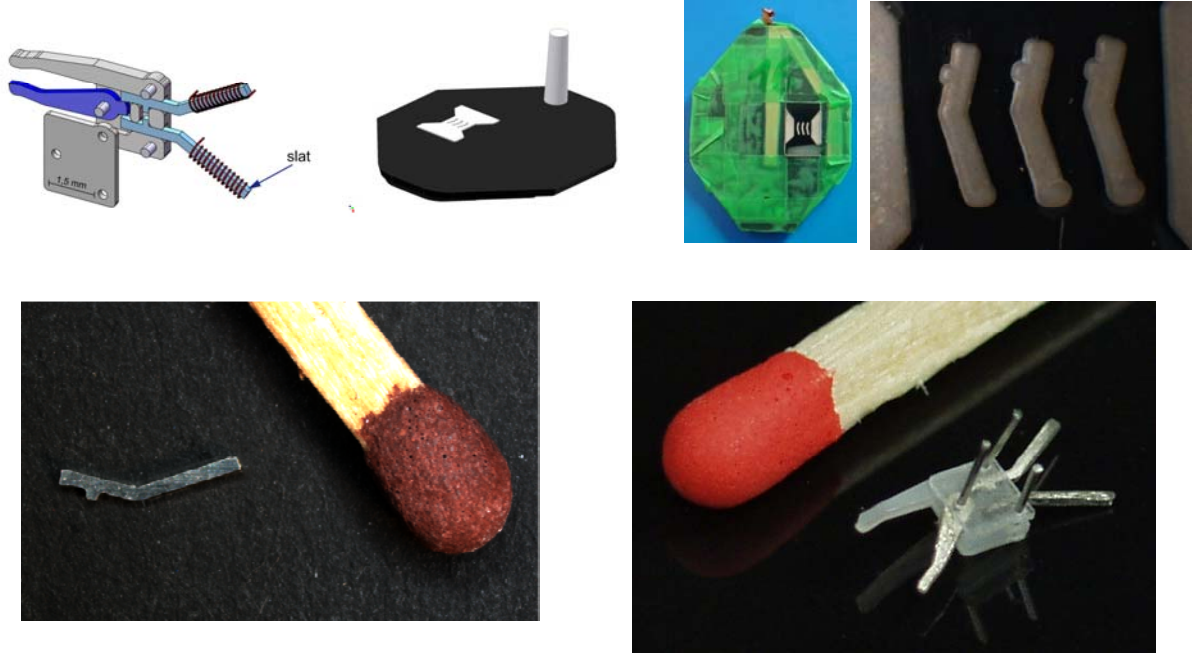
- Einspritzgeschwindigkeit ↑
- Nachdruckzeit ↓
- Entformungstemperatur der 1. Komponente ↔
- Nachdruckhöhe ↔



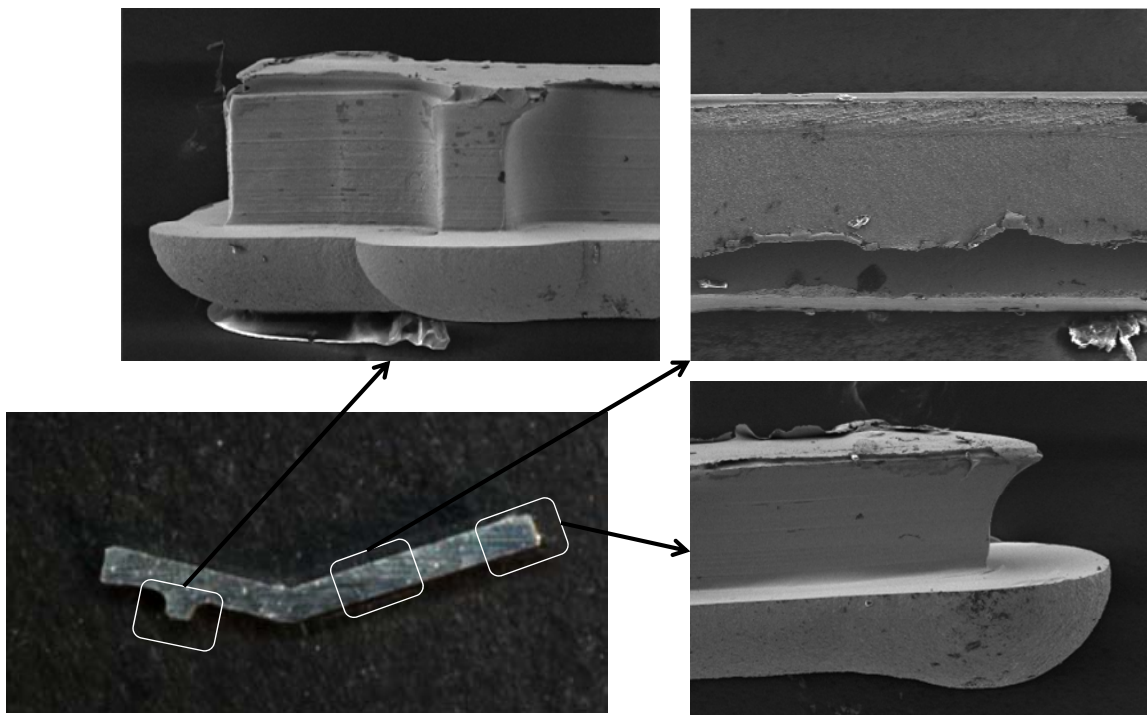
Dipl.-Ing. Jürgen Prokop
IMF III, Karlsruher Institut für Technologie

Bild 8

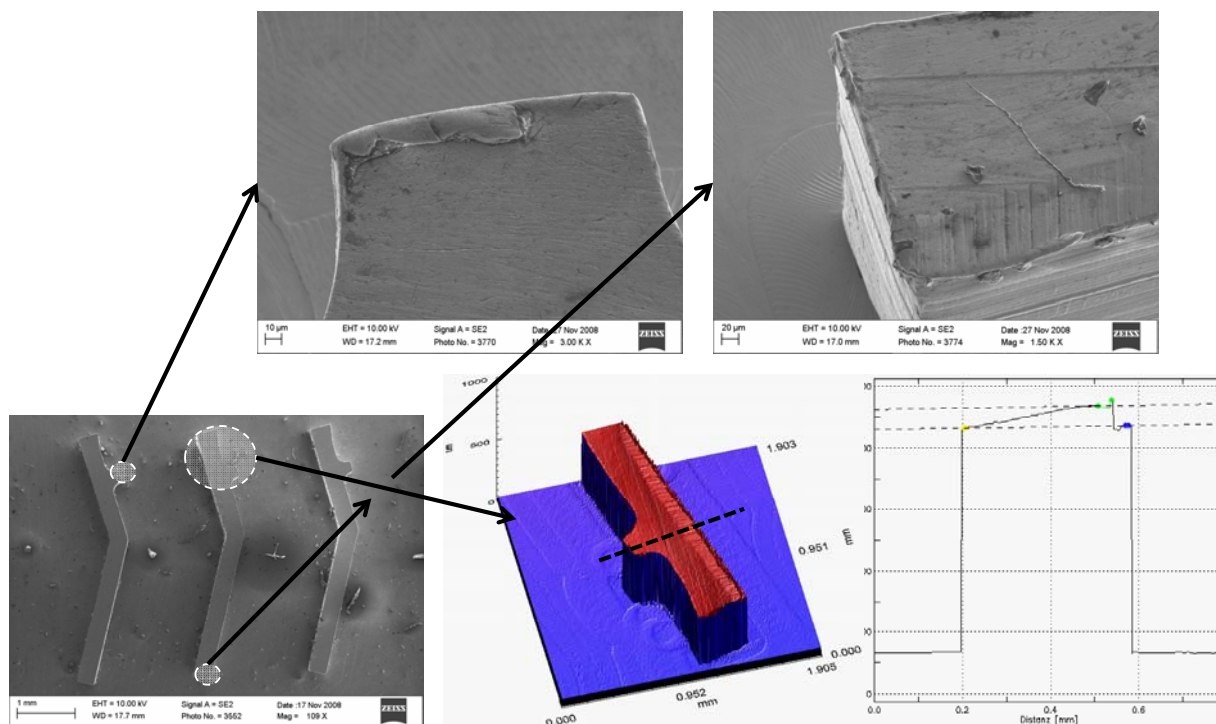
MSG-Prozesskette am Beispiel eines Mikrospulenkerns



Problematik: gefräster Formeinsatz - Mikrospulenkern



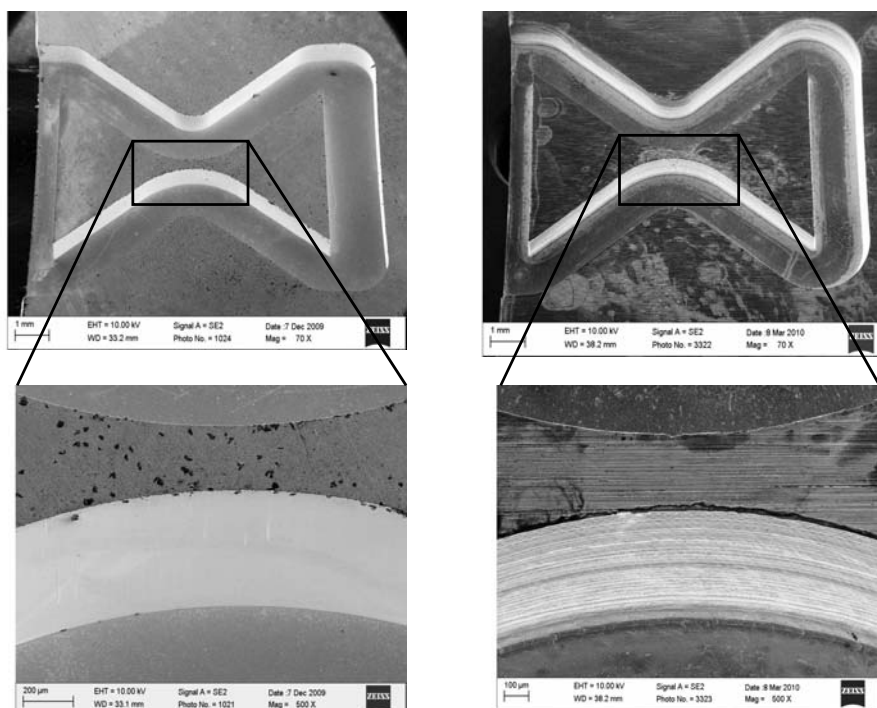
Problematik gefräster Formeinsatz?



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

Bild 11

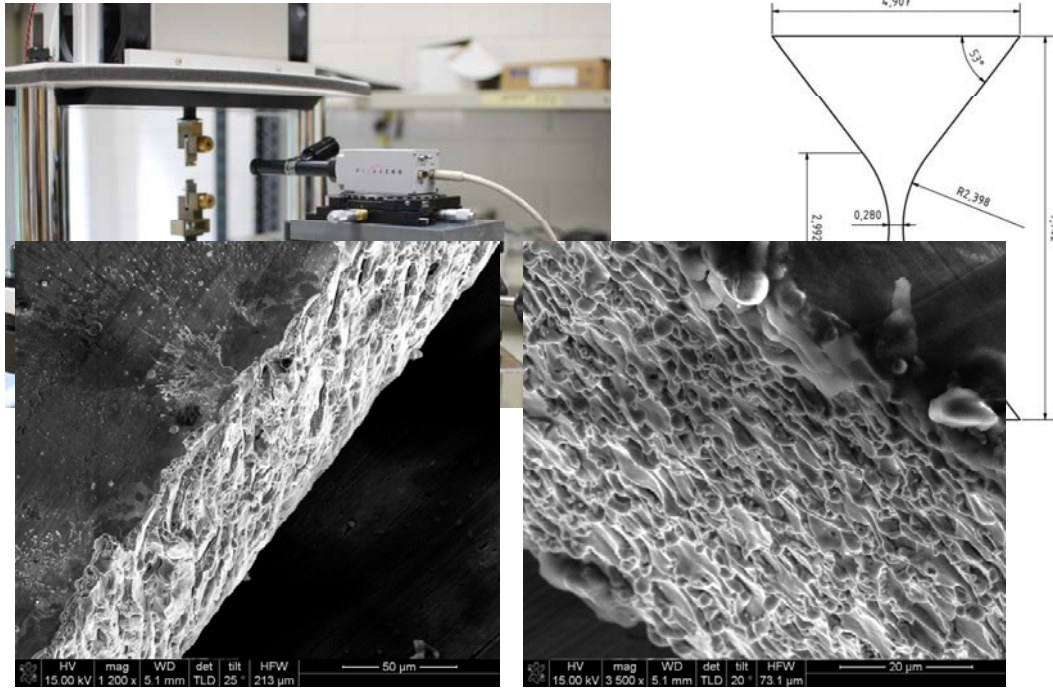
Vergleichende Untersuchung UV-LIGA FE und gefräster FE



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

Bild 12

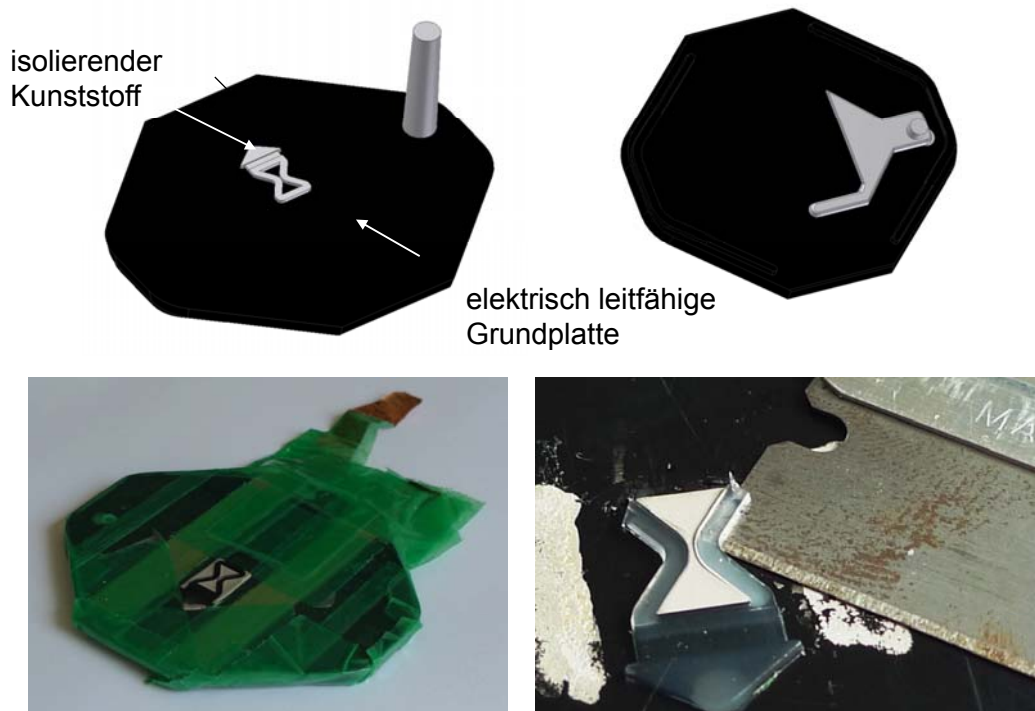
Mikroermüdungsprobe



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

Bild 13

Mikroermüdungsprobe

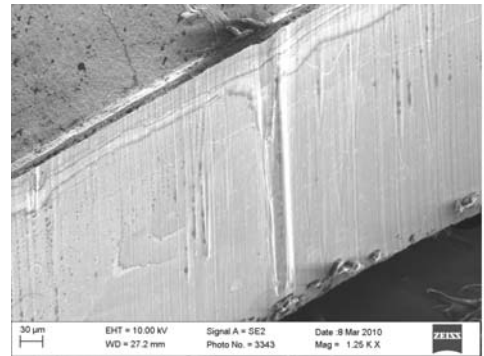
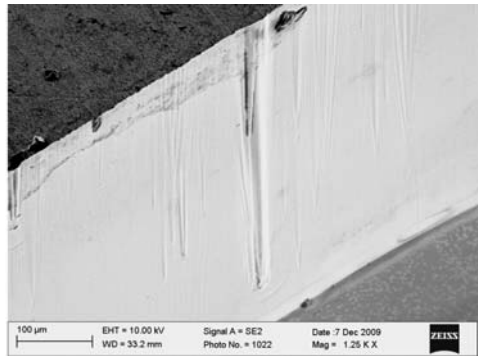
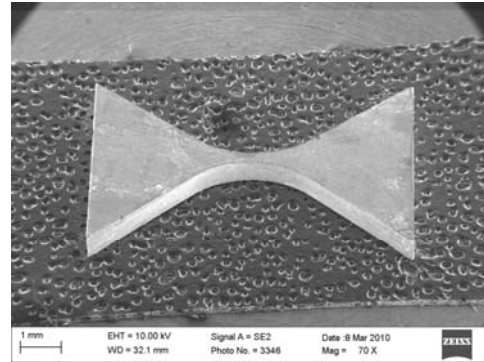
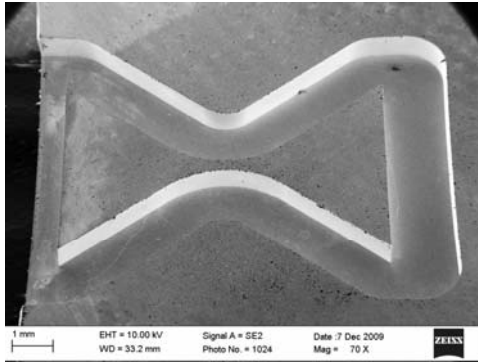


Dipl.-Ing. Jürgen Prokop
IMF III, Karlsruher Institut für Technologie

Bild 14

LIGA-Formeinsatz

MSG-Bauteil

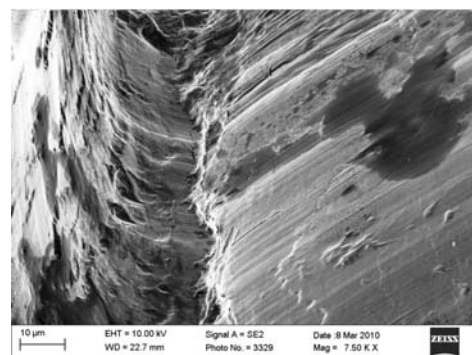
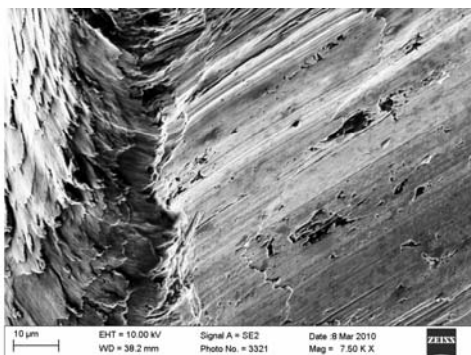
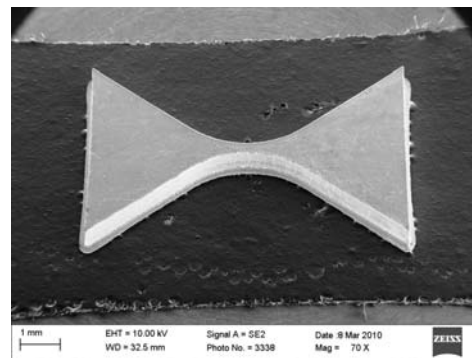
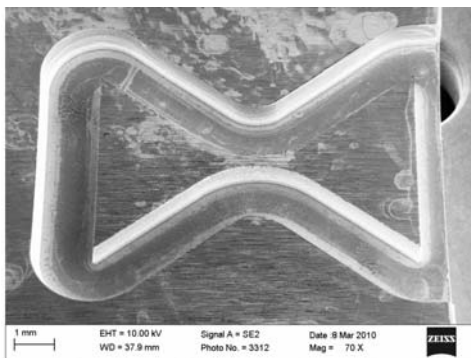


Dipl.-Ing. Jürgen Prokop
IMF III, Karlsruher Institut für Technologie

Bild 15

Gefräster Formeinsatz

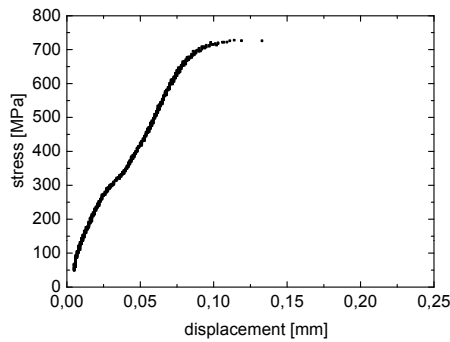
MSG-Bauteil



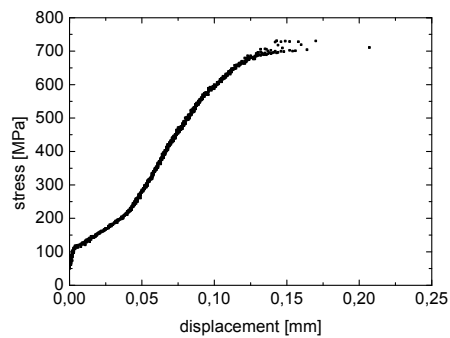
Dipl.-Ing. Jürgen Prokop
IMF III, Karlsruher Institut für Technologie

Bild 16

Zugversuch

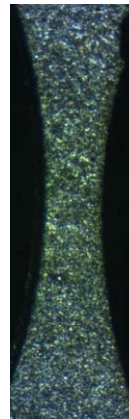


LIGA



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