

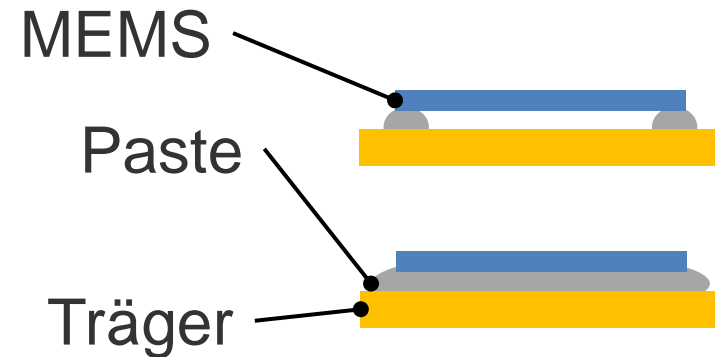
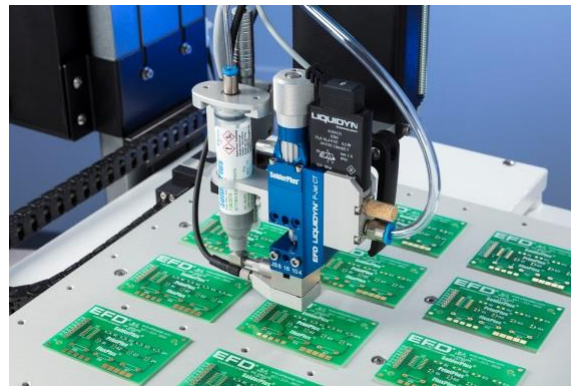
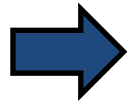
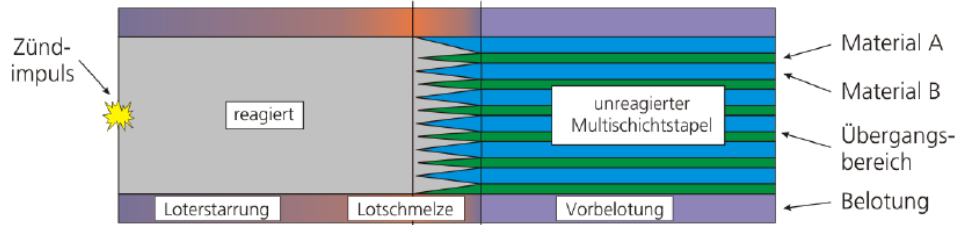


# Modifikation von Metall- Pulver zur Reaktivitäts- steigerung von thermischen Fügepasten

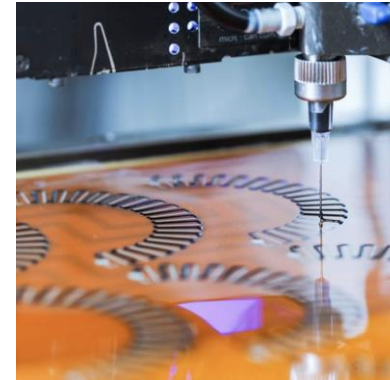
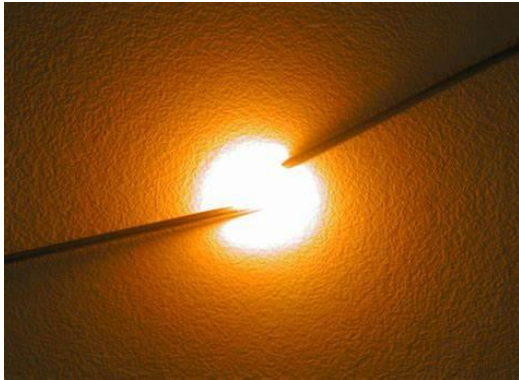
- AllMeSa-Day, 14.04.2022

## Ziel

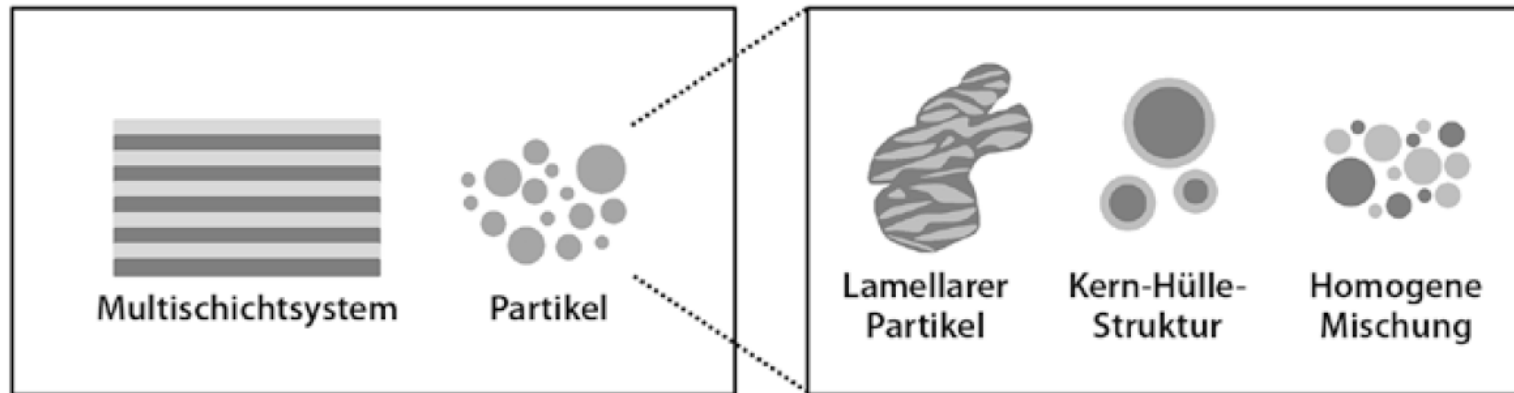
Überführung des Prinzips der RMS-Systeme in ein Pastensystem zum Fügen von MEMS



## RMS vs. Paste



- Sehr hohe Reaktivität
- Reaktivität präzise einstellbar (über Periodendicke)
- Sehr “sauberes” System
- Etabliert -> Stand der Technik
- Kein Zuschneiden notwendig (da Drucktechnologie)
- Handling
- Gute Skalierbarkeit
- Kosten?



Reaktion	Reakt.-temp. [°C]	Bildungsenthalpie [kJ/mol]
$\text{Ti} + \text{Al} \rightarrow \text{TiAl}$	1127	-36
$\text{Zr} + \text{Al} \rightarrow \text{ZrAl}$	1480	-45
$\text{Ni} + \text{Al} \rightarrow \text{NiAl}$	1639	-59
$5\text{Ti} + 3\text{Si} \rightarrow \text{Ti}_5\text{Si}_3$	2120	-72
$5\text{Zr} + 3\text{Si} \rightarrow \text{Zr}_5\text{Si}_3$	2250	-72
$\text{Pd} + \text{Al} \rightarrow \text{PdAl}$	2380	-92

## Pastenbestandteile

- Material A
- Material B
- Binder
- Lösemittel





## Pasten- entwicklung

- Metall-Pulver
- Bindemittel
- Lösemittel
- Additive



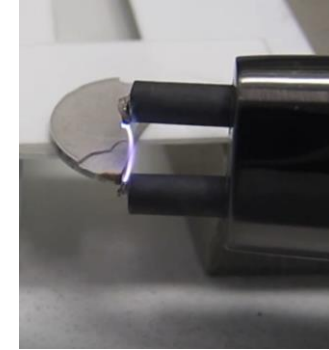
## Drucken

- Dispensedruck
- Siebdruck
- ...



## Trocknen

- Konvektion
- Heizplatte
- IR-Strahler
- ...



## Zünden

- Laser
- Plasmaentladung
- Funkenentladung
- Mikrowellen
- Brenner

## Zündung einer Paste aus AlNi

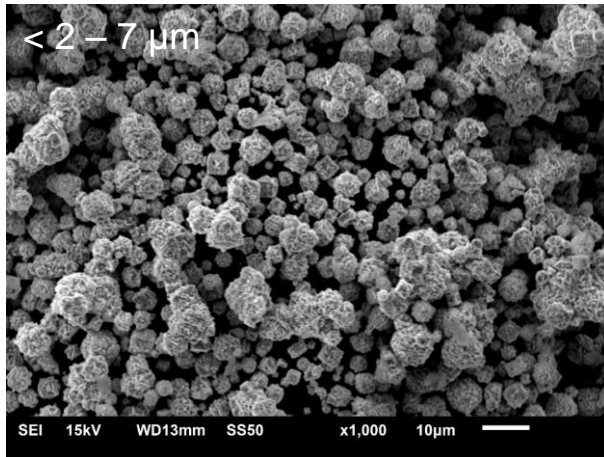
- Nanometerpulver
- Dispensdruck
- Laserzündung
- Geschwindigkeit der Reaktionsfront  
ca. 10 – 30 mm/s (RMS-Folien ca.  
100 m/s)





## Ziel der Partikelmodifikation Steigerung der Reaktivität

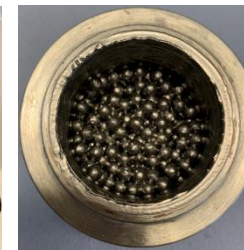
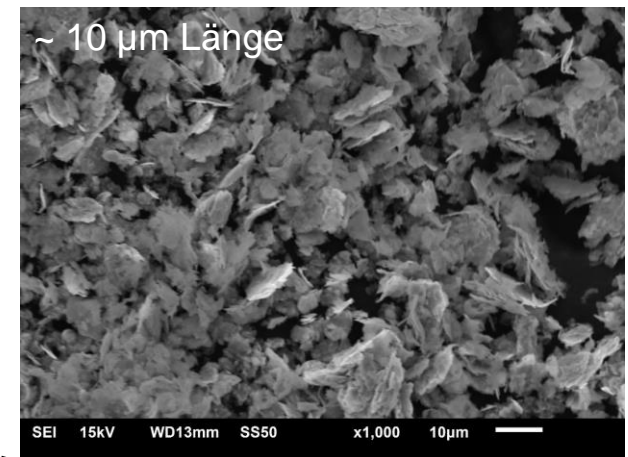
Ausgangspulver



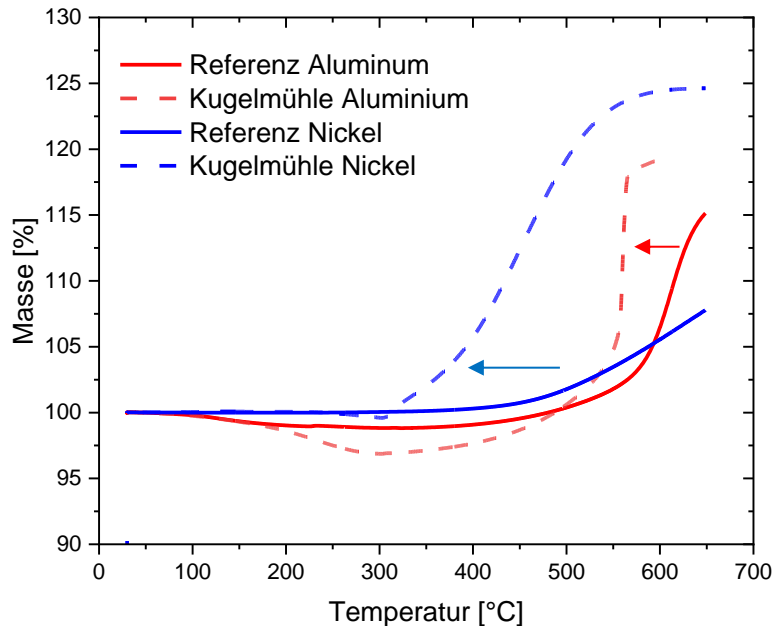
Kugelmahlen



Modifiziertes Pulver

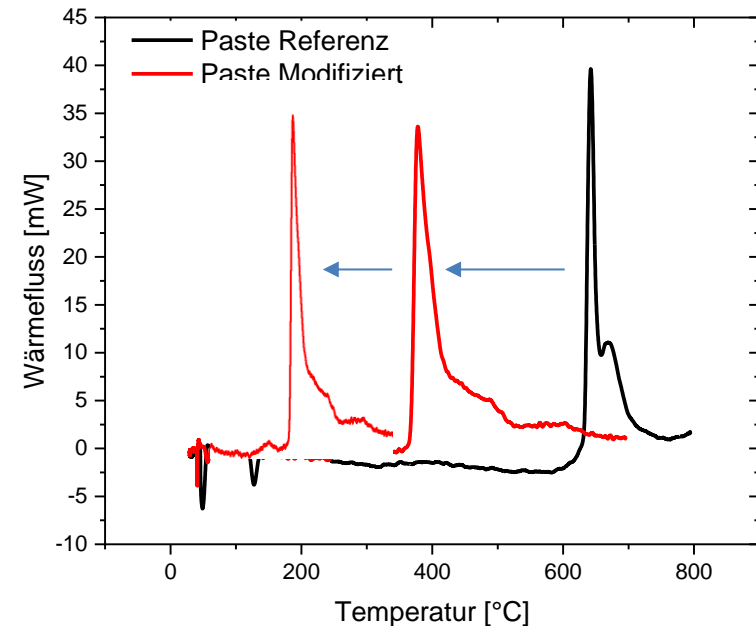


## Thermogravimetrie (TGA)



Messung der Oxidation an einzelnen Pulvern (Ni & Al)

## Differenzkalorimetrie (DSC)



Messung Reaktionswärme an Pasten aus Al+Ni



Deutlich messbare Verbesserung der Reaktivität

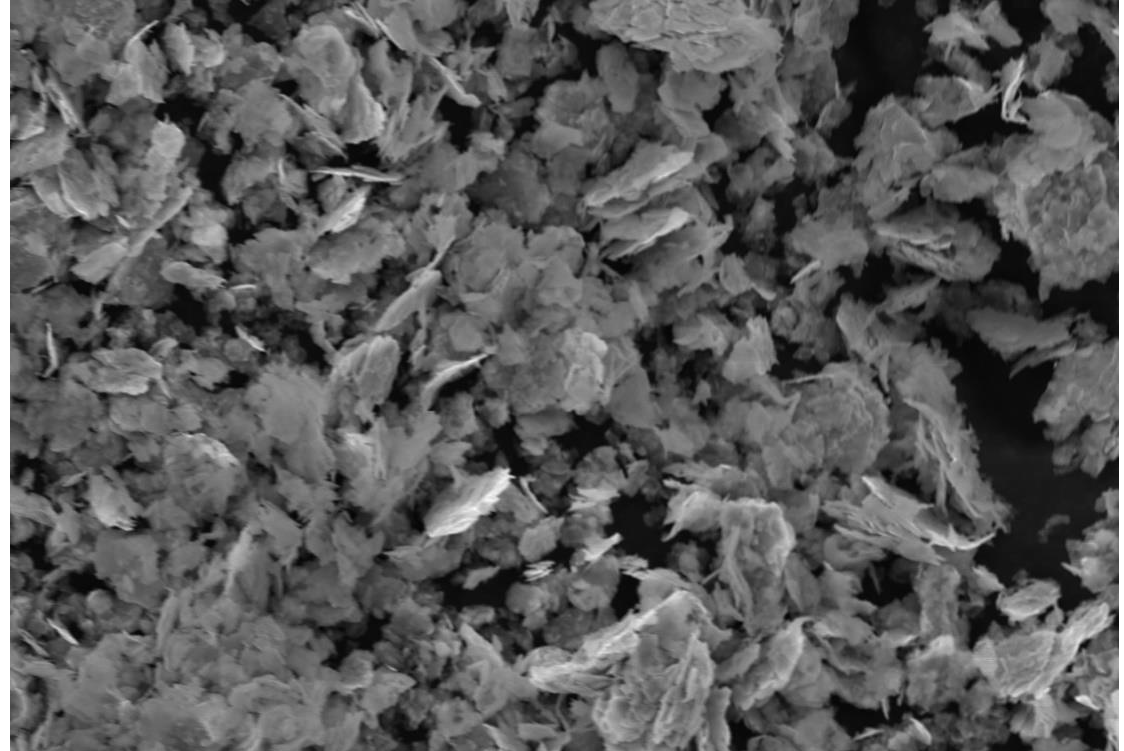


## Herausforderung

- Derzeit noch anspruchsvolles Handling der Pasten
- Schrumpfung während der Reaktion → Risse, Reaktionsabbruch
- Unvollständige Reaktion

## Ausblick

- Untersuchung der Zündbedingungen in Fügesituation
  - Temperatur, Wärmeabfluss, Anpressdruck, ...
- Modifikation von Nanometerpulvern



Lukas Stepien

Fraunhofer IWS  
Winterbergstraße 28  
01277 Dresden, Germany

Phone +49 351 83391-3092

Fax +49 351 83391-3300

E-Mail [lukas.stepien@iws.fraunhofer.de](mailto:lukas.stepien@iws.fraunhofer.de)

[www.iws.fraunhofer.de](http://www.iws.fraunhofer.de)