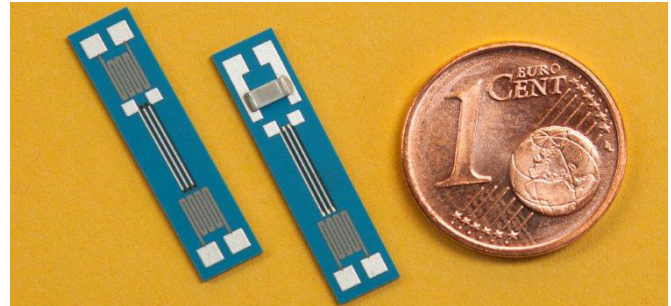


# Thermoelemente aus dem Aerosol-Jet-Drucker

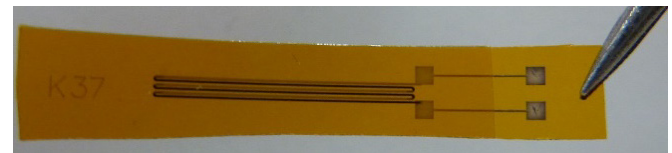
Thermoelemente können zur Temperaturbestimmung für einen breiten Temperaturbereich eingesetzt werden. Sie zeichnen sich durch eine hohe Linearität des Messsignals und eine hohe Robustheit aus. Durch die Verschaltung verschiedenartiger metallischer Leiter an zu messender Stelle wird durch eine Temperaturdifferenz eine thermoelektrische Spannung gewonnen, die als Messsignal dient. Für Standard-Thermoelemente geschieht dies durch Metallkabel oder Leiter, welche an der Messspitze verbunden werden und dadurch unflexibel und schwer zu miniaturisieren sind. Das direkte Drucken mittels Aerosol-Jet-Druck ermöglicht das Applizieren von Thermoelement-Paarungen direkt auf den zu messenden Oberflächen und Bauteilen. Im Fraunhofer IKTS wurden dafür Tinten (Ag, Ni, CuNi) entwickelt, die sich bei Temperaturen von  $< 300\text{ °C}$  aktivieren lassen. Mittels Aerosol-Jet-Druck können die Leiter kontaktlos und miniaturisiert (Auflösung bis  $20\text{ }\mu\text{m}$  Leiterbahnbreite) auf planare sowie auf 3D-Oberflächen direkt aufgetragen werden. Durch das Mehrfachverschalten der Leiter lassen sich Thermospannungen von  $\geq 35\text{ }\mu\text{V/K}$  realisieren (3-fach hintereinander gedruckt Ag-Ni), um so eine möglichst hohe Thermospannung nahe der standardisierter Thermoelemente zu erhalten. Zur Abschirmung der Thermoelementpaarungen gegenüber Umwelteinflüssen wurden deren Einbettung in Epoxidharz und die Lamination in Kapton erfolgreich getestet. Die Langzeitauslagerung bei  $150\text{ °C}$  (1000 h) eines eingebetteten, gedruckten Thermoelements ließ nur einen geringen Drift der Thermospannung über den gesamten Messzeitraum erkennen.

## Leistungsangebot

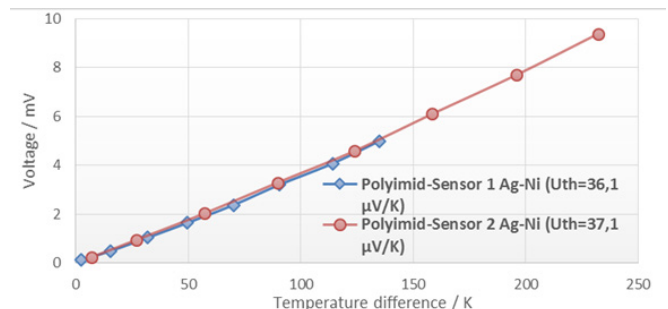
- Entwicklung, Konstruktion und Aufbau von individuellen Thermoelementen
- Aufbau und Erprobung von Vorserien
- Zuverlässigkeitsuntersuchungen



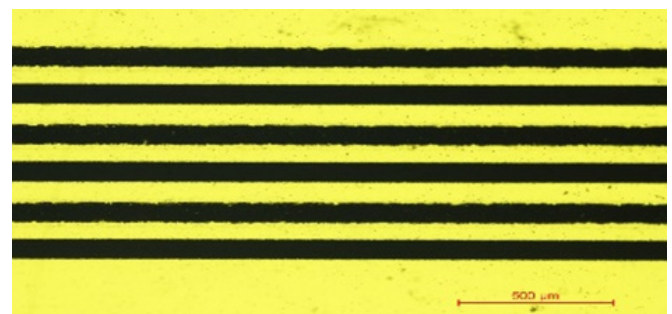
Gedrucktes Thermoelement mehrfach verschaltet auf LTCC.



Gedrucktes Thermoelement mehrfach verschaltet eingebettet in Kapton.



Charakterisierung der gedruckten Thermoelementsäure eingebettet in Kapton (Ag-Ni).



Mikroskopaufnahme der eingebetteten Thermoelementschichten.

## Dr. Steffen Ziesche

Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS  
Winterbergstraße 28, 01277 Dresden  
Telefon +49 351 2553-7875  
steffen.ziesche@ikts.fraunhofer.de

322-W-24-2-22



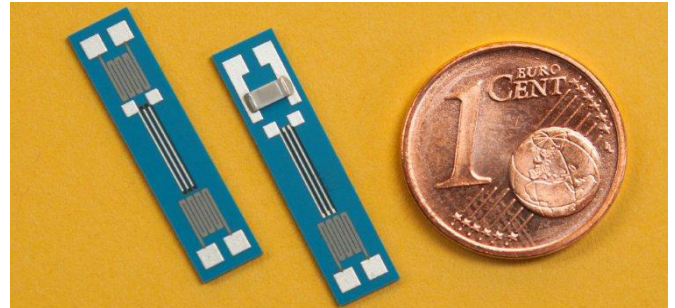
Thermocouples measure in a wide temperature range. They have a high linearity of the measurement signal and a high robustness. In the point of connection between two conductors, containing metals or alloys, a thermoelectric voltage is generated which is the measuring signal for temperature. Conductors in commercial thermocouples are normally cables, connected at the measurement point, which are non-elastic and hard to miniaturize.

## Printed thermocouples

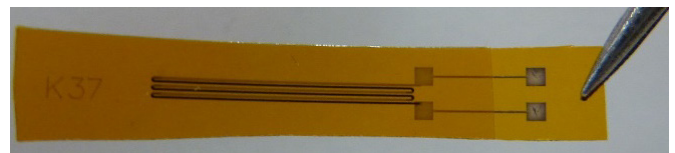
Using the aerosol-jet printing technology, thermocouples can be applied directly on the surface or components to be measured. Fraunhofer IKTS developed printable inks (Ag, Ni, CuNi), which can be activated below 300 °C. The direct-printing method applies structures contact free and miniaturized on planar or 3D objects. Multiply wired printed thermocouples realize high thermoelectric voltages above 35  $\mu\text{V}/\text{K}$  – close to the standardized thermocouples. The embedding of the thermocouples in polyimide shields against environmental influence. A long-term temperature treatment of 1000 h at 150 °C only showed a slight drift of the thermoelectric voltage. This will be a future point of investigation.

## Services offered

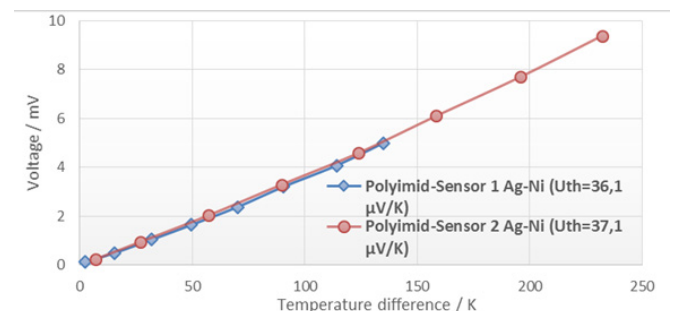
- Development, construction and printing of individual thermopiles
- Construction and testing of pre-series
- Reliability testing



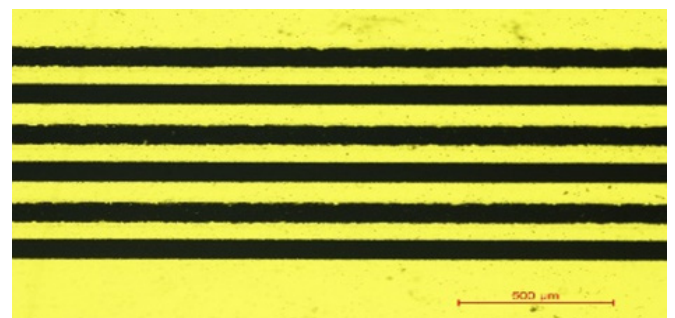
Printed thermocouple, multiply wired on LTCC.



Printed thermocouple, multiply wired embedded in polyimide.



Measuring result of printed polyimide thermopile (Ag-Ni).



Microscope image of embedded thermopile structures (with 100  $\mu\text{m}$ ).

## Dr. Steffen Ziesche

Fraunhofer Institute for Ceramic Technologies and Systems IKTS  
Winterbergstrasse 28, 01277 Dresden, Germany  
Phone +49 351 2553-7875  
steffen.ziesche@ikts.fraunhofer.de

322-W-24-2-22

