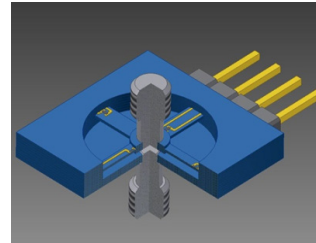


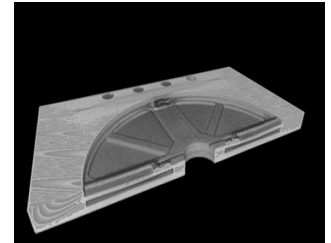
Miniaturkraftsensoren in LTCC für drei Kraftbereiche.



Fertigung im Nutzen: 25 Sensoren je 4 Zoll-Substrat.



Schnittansicht eines Sensorelements für 2 N.



CT-Aufnahme eines 10 N Kraftaufnehmers, Schnittansicht.

## Motivation

LTCC (Low Temperature Co-fired Ceramics) als Mehrlagentechnologie wird für hochintegrierte keramische Verdrahtungsträger genutzt. Die Eigenschaft dreidimensionale Strukturen zu integrieren, das lineare Materialverhalten und die Fertigung im Nutzen bieten gute Voraussetzungen für die kostengünstige Fertigung von Miniaturkraftsensoren mit einer hohen Empfindlichkeit und Linearität.

## Ergebnisse

Die umgesetzten Sensorelemente arbeiten nach dem piezoresistiven Messprinzip. Der Verformungskörper in Form einer Wagenradstruktur ist mit dehnungsempfindlichen Dickschichtwiderständen bedruckt, die zu einer Vollbrücke verschaltet sind. Es wurden Sensorelemente für unterschiedliche Nennkräfte  $F_N$  (2 N, 5 N, 10 N) bei nahezu gleichem Layout umgesetzt. Folgende positive Eigenschaften wurden ermittelt:

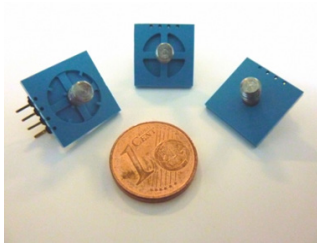
### Kennzahlen

|                                 | 2 N                        | 5 N   | 10 N  |
|---------------------------------|----------------------------|-------|-------|
| Nennkraft $F_N$                 | 2 N                        | 5 N   | 10 N  |
| Überlastbereich in % $F_N$      | 150                        | 200   | 200   |
| Sensitivität $S$ in mV/(V·N)    | 2,6                        | 0,6   | 0,1   |
| Linearität $L$ in %FS           | < 0,6                      | < 0,4 | < 1,0 |
| TK-Sensitivität in % $S_{RT}/K$ | 0,02                       | 0,03  | 0,02  |
| Materialkosten                  | < 5€/Sensor (ab 1000 Stk.) |       |       |

## Anwendungen

- Prüf- und Montageanlagen
- Mikrosysteme
- Robotik
- Haptische Systeme

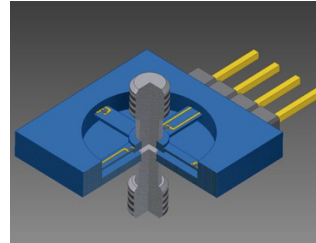




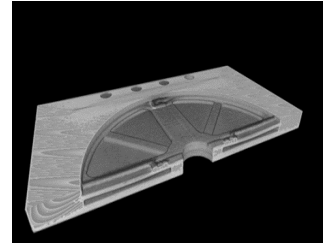
LTCC based miniaturized force sensors for three force ranges.



Fabrication in multiple panels: 25 sensors per 4-inch substrate.



Sensor module for 2 N in a sectional view.



CT-picture of a 10 N load cell in a sectional view.

## Motivation

The multilayer technology LTCC (low temperature co-fired ceramics) is used for highly integrated ceramic printed circuit boards. The property to integrate three-dimensional structures, its linear material behavior and the fabrication in multiple panels allows for a cost-effective manufacturing combined with high sensitivity and linearity.

## Results

The fabricated sensor modules work according to the piezo-resistive measuring principle. Deformable cantilevers combined to a cartwheel structure are screen-printed with strain sensitive transmitter layers. Different force ranges  $F_N$  (2 N, 5 N and 10 N) were designed and fabricated with almost the same layout. The following capable characteristics were measured:

### Characteristics

|                                | 2 N                          | 5 N   | 10 N  |
|--------------------------------|------------------------------|-------|-------|
| Nominal load $F_N$             | 2 N                          | 5 N   | 10 N  |
| Overload in $\%F_N$            | 150                          | 200   | 200   |
| Sensitivity $S$ in mV/(V-N)    | 2.6                          | 0.6   | 0.1   |
| Linearity $L$ in $\%FS$        | < 0.6                        | < 0.4 | < 1.0 |
| TC-Sensitivity in $\%S_{RT}/K$ | 0.02                         | 0.03  | 0.02  |
| Material costs                 | < 5€/sensor (at 1000 pieces) |       |       |

## Applications

- Test and assembling equipment
- Microsystems
- Robotics
- Haptic systems

