

# TAG DER VERTRAUENSWÜRDIGEN ELEKTRONIK

## VE-CERATRUST



## Verhinderung von Angriffen auf Elektroniksysteme durch neuartige keramische Mehrlagensysteme

U. Krieger<sup>1</sup>, A. Schroeter<sup>1</sup>, P. Uhlig<sup>2</sup>, C. Lehnberger<sup>3</sup>, H. Stoltenberg<sup>4</sup>, G. Hagen<sup>5</sup>, A. Goldberg<sup>6</sup>, S. Ziesche<sup>6</sup>

<sup>1</sup> VIA electronic GmbH

<sup>2</sup> IMST GmbH

<sup>3</sup> ANDUS Electronic GmbH

<sup>4</sup> PMST GmbH

<sup>5</sup> KMS GmbH

<sup>6</sup> Fraunhofer-Institut für  
Keramische Technologien und  
Systeme (IKTS)



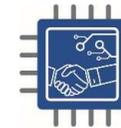
GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

# VE-CERATRUST

VERHINDERUNG VON ANGRIFFEN AUF ELEKTRONIKSYSTEME DURCH NEUARTIGE KERAMISCHE MEHRLAGENSYSTEME



Vertrauenswürdige  
Elektronik

VE-CeraTrust



Assoziierte Partner:



GEFÖRDERT VOM

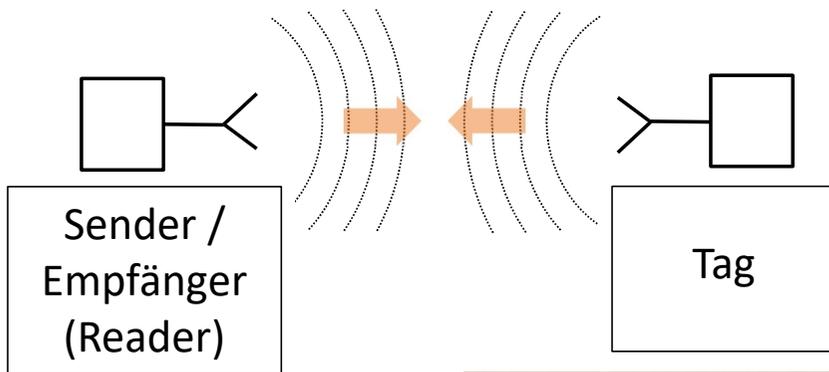


Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

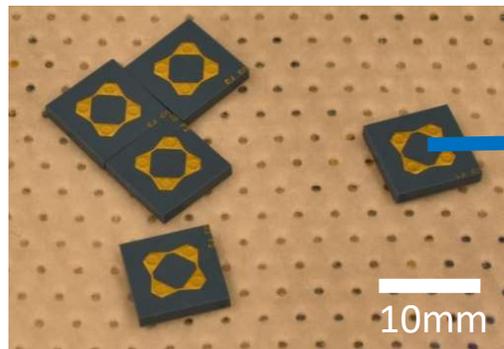
# VE-CERATRUST – CHIP-LESS RFID TAG

## IMST GmbH

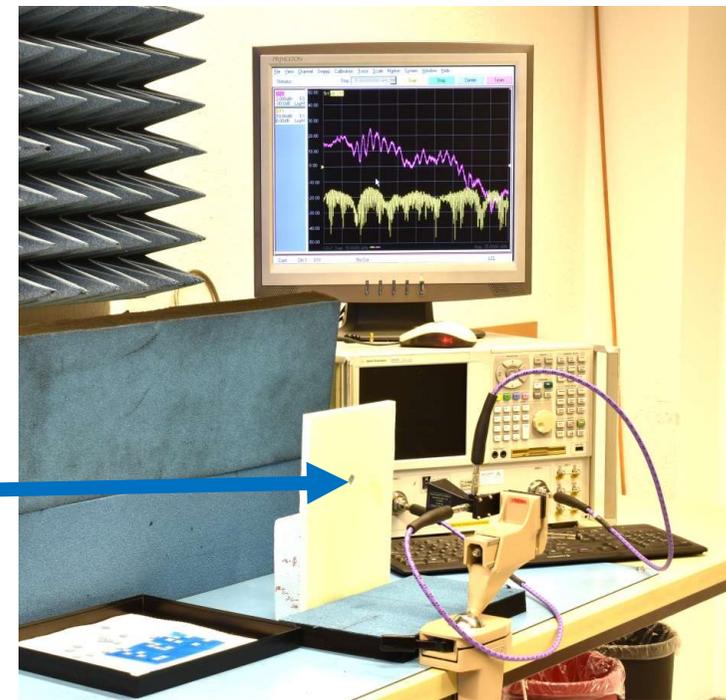
### Blockdiagramm Chip-Less RF-ID



Tags  
gefertigt in  
LTCC-Technologie



### Messung S-Parameter (NWA, Antenne, Tag)

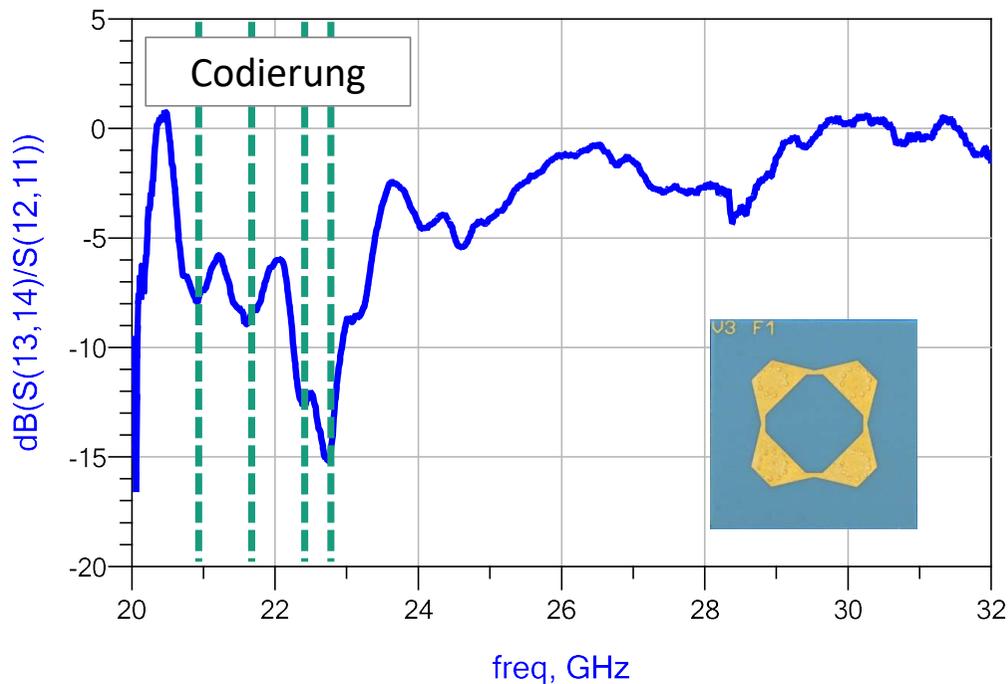


# VE-CERATRUST – CHIP-LESS RFID TAG

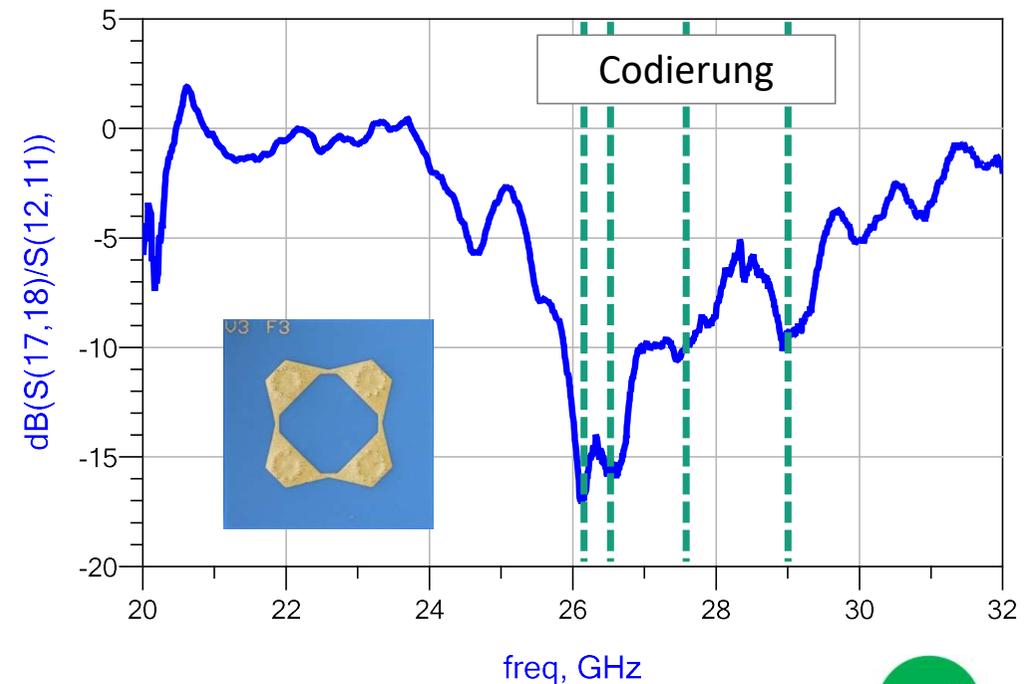
## IMST GmbH



Low Band Resonators - Subtraction from Reference



High Band Resonators - Subtraction from Reference



**Chip-Less RFID realisiert, Kennzeichnung von Bauteilen für extreme Umgebungen**

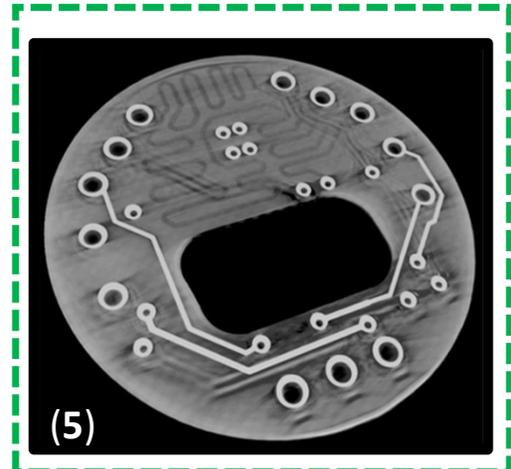
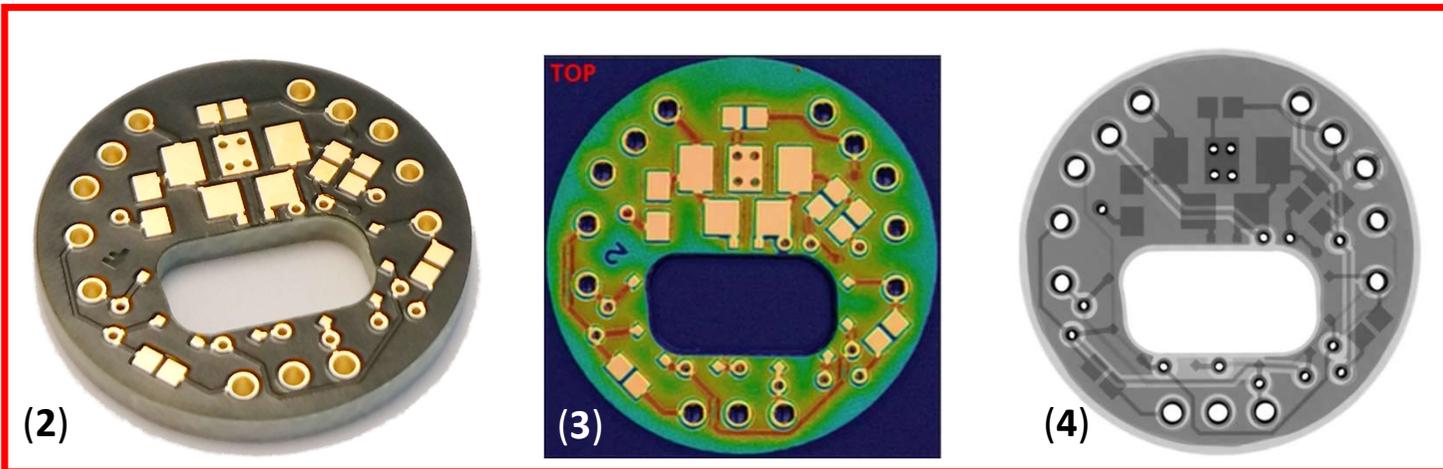
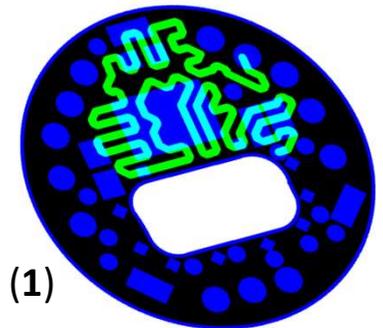


# VERSTECKTE IDENTIFIKATIONSSTRUKTUREN (ANDUS) IN LEITERPLATTEN (PCB) – „C-ID“



- kostengünstige Strukturen aus leitfähigen Polymeren im Multilayer-Aufbau integriert (1)
- Nicht detektierbar durch **optische Inspektion (2)**, **Profilometrie (3)** und **2D-Röntgen (4)**
- Elektrisch in der Anwendung auslesbar ✓
- Detektierbar durch **3D-Röntgen (5)** ✓

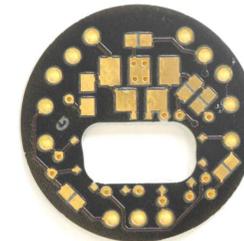
Unterscheidung Original / Fälschung



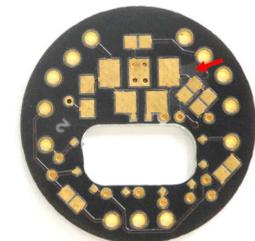
# VERSTECKTE IDENTIFIKATIONSSTRUKTUREN (ANDUS) IN LEITERPLATTEN (PCB) – „C-ID“ – RINGVERSUCH



- Ringversuch bei Fraunhofer: **IZM – EMFT– AISEC – IMWS – ENAS**
- Polymerbasierte Leiterbahn als PUF (Physikal Unclonable Function)
- **Zentrale Frage: Merkmal mittel Reverse Engineering detektierbar (Original/Fälschung) und wie leicht kann es nachgemacht werden?**
- Inspektion → Schliffpreparation → Untersuchungsmethoden (Auszug)
  - optische Inspektion
  - Profilometrie
  - 2D-Röntgen / 3D-Röntgen
  - CT
  - Rasterelektronenmikroskopie (EDX, ...)
- Weitere Funktionen: Welche Funktionen könnten damit verknüpft sein?
  - → Ersatzschaltbild → RF-Anwendung? → in diesem Fall nicht



Referenz



Bauteil



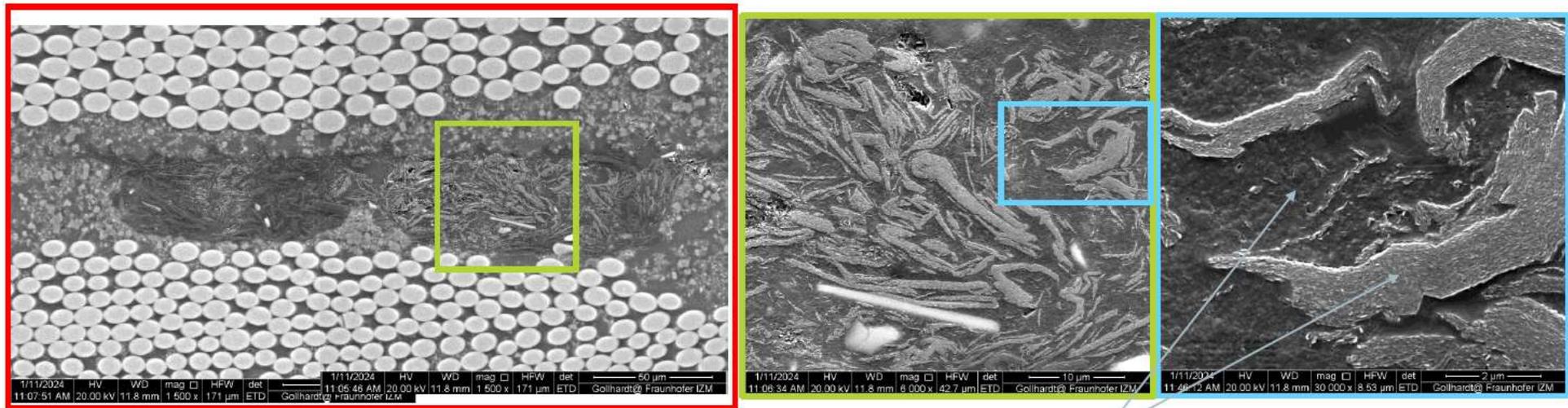
Special thanks: Jan Hefer, Karl-Friedrich Becker, Harald Pötter / Horst Gieser / Matthias Hiller / Frank Altmann / Simon Böttger, Sven Zimmermann

# VERSTECKTE IDENTIFIKATIONSSTRUKTUREN (ANDUS) IN LEITERPLATTEN (PCB) – „C-ID“



VE-CeraTrust

- Rasterelektronenmikroskopie:
  - Detaillierte Auflösung der Teilkomponenten
- → Anwendungspotential:
  - produktspezifische Zusammensetzung des Polymers
  - Positionierung: schwer detektierbarer Stelle → „Merkmal wird übersehen“



Querschnitt Leiterplatte

# VERSTECKTE IDENTIFIKATIONSSTRUKTUREN (ANDUS) IN LEITERPLATTEN (PCB) – „C-ID“



- Nicht detektierbar durch **optische Inspektion, Profilometrie und 2D-Röntgen**
- Elektrisch in der Anwendung auslesbar
- Detektierbar durch **3D-Röntgen**
- „C-ID“: Als Sicherheitsmerkmal für vertrauenswürdige Elektronik kostengünstig und zielführend anwendbar.
- **Anmeldung zum Patent erfolgt und Umsetzung für Kunden in Planung** 

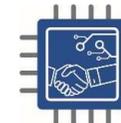
- **Vielen Dank an alle Mitwirkende und die Fraunhofer Institute:**



Special thanks: Jan Hefer, Karl-Friedrich Becker, Harald Pötter / Horst Gieser / Matthias Hiller / Frank Altmann / Simon Böttger, Sven Zimmermann

# TAMPER-SENSORIK UND AKTIVER TAMPER-SCHUTZ

## EMBEDDED LTCC-HEIZER (IKTS)



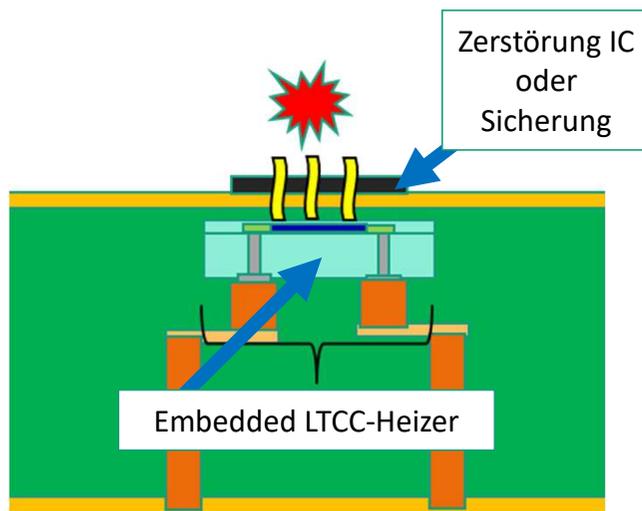
Vertrauenswürdige  
Elektronik

VE-CeraTrust

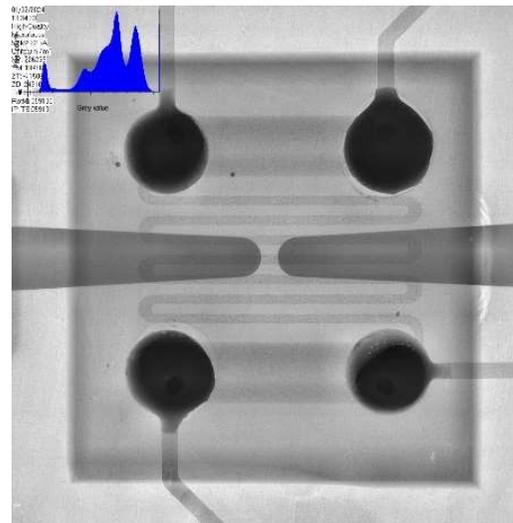
Embedded LTCC-Heizer oder Sensor in Leiterplatten (FR4):

$\Delta T > 250 \text{ K}$  → Ablösen oder Zerstörung von Halbleiter- oder Sicherungselementen

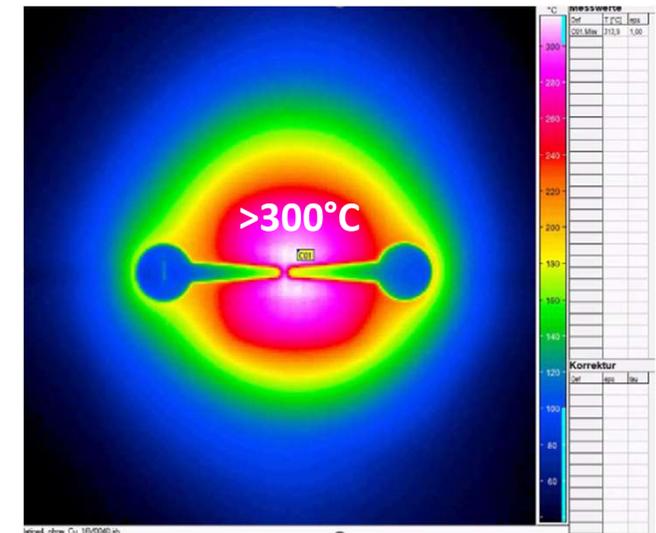
→ Tamper Schutz



Prinzip: Embedded LTCC-Heizer



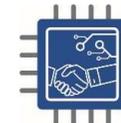
Röntgenbild embedded LTCC-Heizer



IR-Aufnahme bei Aktivierung

# TAMPER-SENSORIK UND AKTIVER TAMPER-SCHUTZ

## EMBEDDED DRUCKSENSOREN IN LEITERPLATTEN (IKTS)

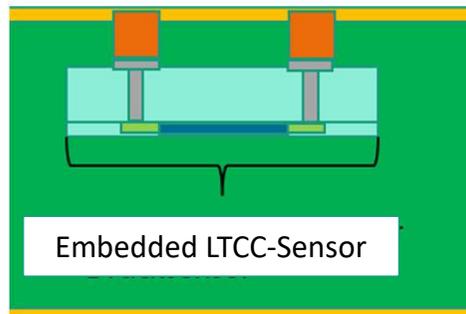


Vertrauenswürdige  
Elektronik

VE-CeraTrust

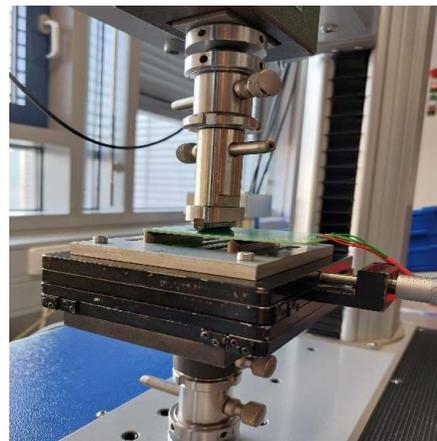
Ziel: integrierter keramischer Drucksensor: Detektierung mechanischer Verformungen der Leiterplatte (FR4):

Messwerte: Sensitivität:  $\approx 50 \text{ Ohm/mm}$ , Linearitätsfehler:  $< 0,6\%$ , Hysteresefehler:  $< 0,4\%$  → **Tamper Sensorik**

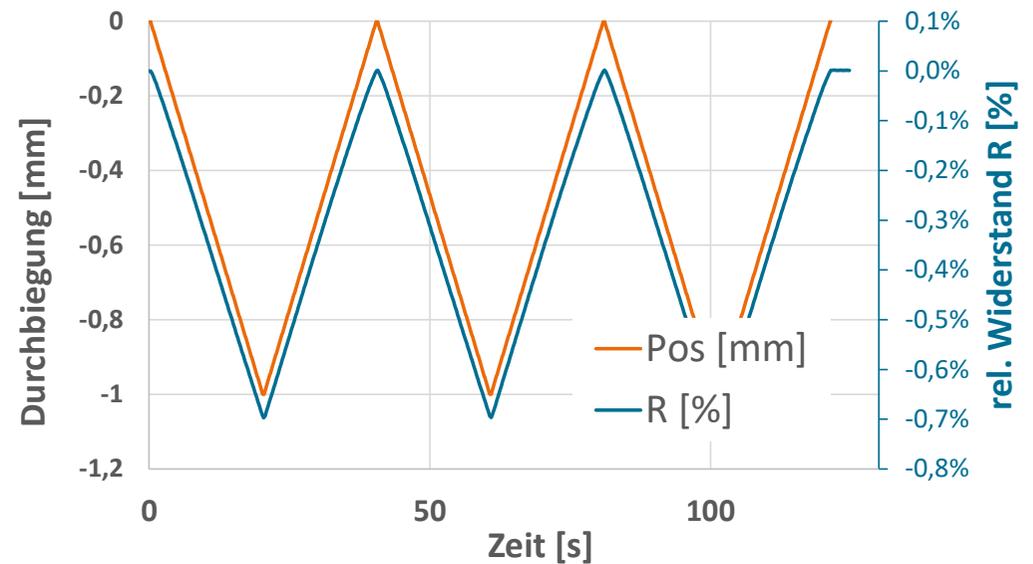


Prinzip:

Embedded LTCC-Sensor



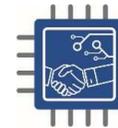
Gauge-Messung in FR4



Zeit-, verformungsabhängige Vermessung

# DMC-CODE IN MULTILAYER FERTIGUNG

VIA electronic GmbH

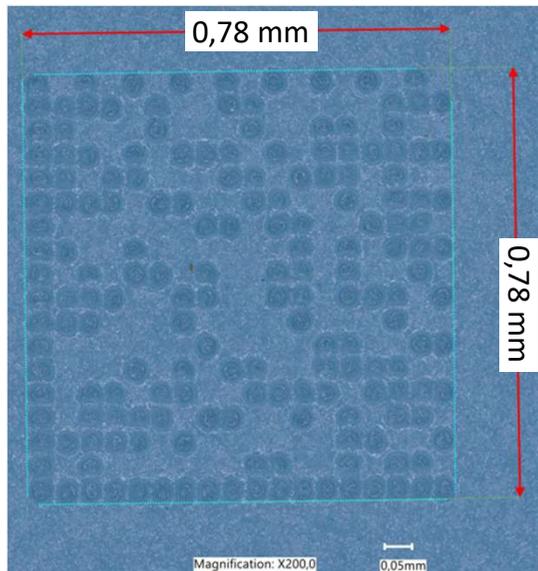


Vertrauenswürdige  
Elektronik

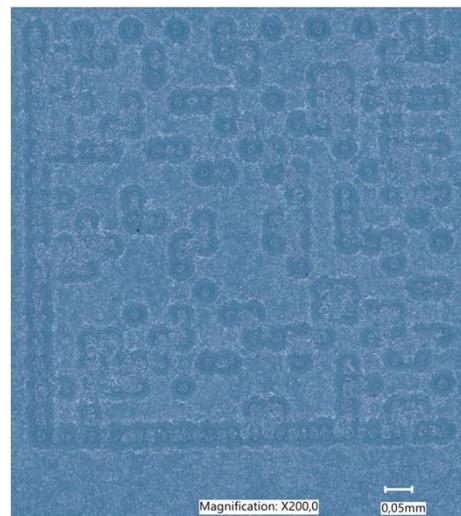
VE-CeraTrust

- Prägen mit  $\varnothing$  50  $\mu$ m Stempel / Variation des Laminierens

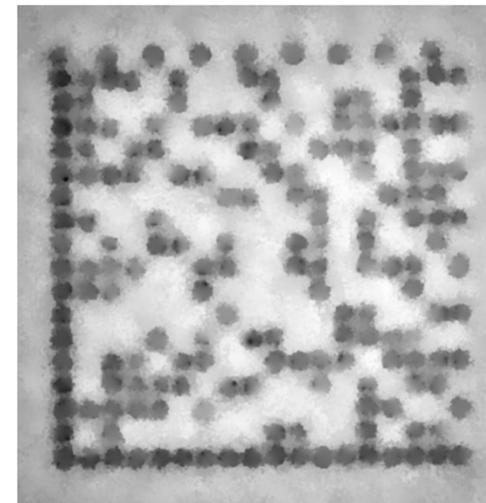
→ Identifikation für Multilayerfertigung



**Einzeltape**  
gesintert ohne Laminieren



**Geprägtes Einzeltape,**  
laminiert und gesintert



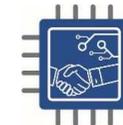
**DMC-Code,**  
Höhenbild



[www.ve-ceratrust.de](http://www.ve-ceratrust.de)

# IDENTIFIKATION FÜR MULTILAYER FERTIGUNG

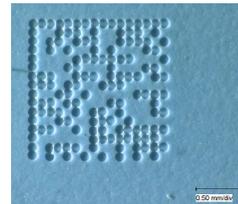
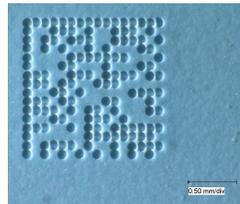
## KMS TECHNOLOGY CENTER GMBH, DRESDEN



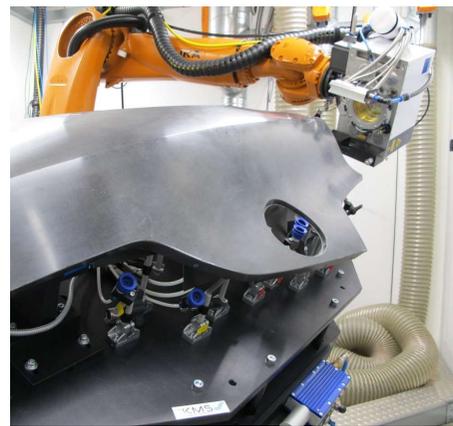
Vertrauenswürdige  
Elektronik

VE-CeraTrust

- Produktionstechnik für die keramische Multilayerfertigung  
Stanzmaschinen, Stapel-/Laminiermaschinen, Inspektionsgeräte, Foliengieß- und Beschichtungsanlagen
  - Erzeugung von zusätzlichen Sicherheitsmerkmalen (offensichtlich/versteckt) – durch Prägen
  - **identische Code-Information**
  - **individuelle Mikrostruktur zur eindeutigen Identifizierung**

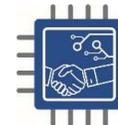


→ Überführung  
in Fertigungslinien



# DRUCKTRANSMITTER F. KRITISCHE INFRASTRUKTUR

PRIGNITZ MIKROSYSTEMTECHNIK



Vertrauenswürdige  
Elektronik

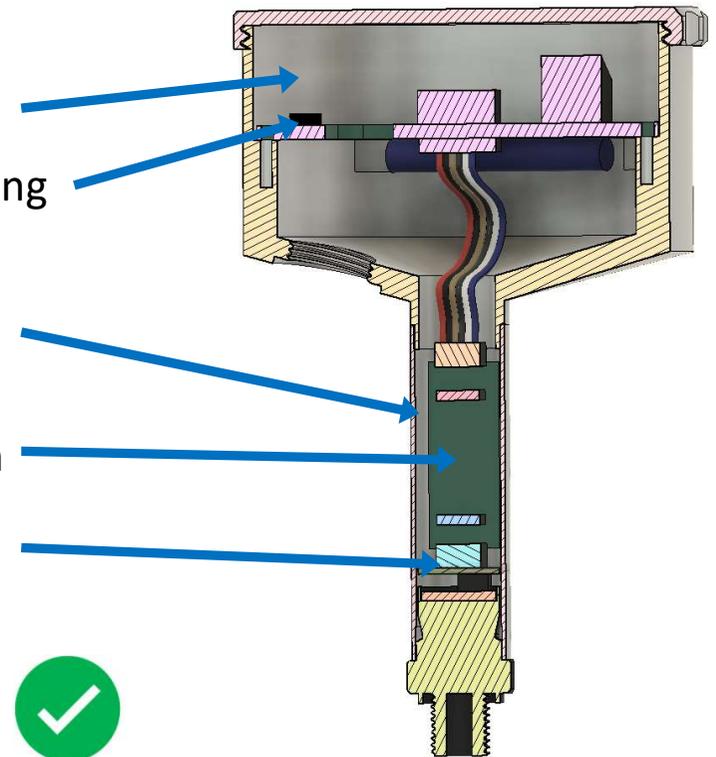
VE-CeraTrust



## Zusätzliche Sicherheitsfeature:

- Eindeutige Identifikation
- Überwachung der Deckelöffnung  
Schutz vor Demontage
- Interne Protokollierung von  
Ereignissen
- Ausgabe von Alarmmeldungen
- Überwachung der Hard- und  
Softwareintegrität

→ **Demonstrator mit  
Sicherheitsfunktionen**



# VE-CERATRUST – ZUSAMMENFASSUNG

VERHINDERUNG VON ANGRIFFEN AUF ELEKTRONIKSYSTEME DURCH NEUARTIGE  
KERAMISCHE MEHRLAGENSYSTEME



- **Chip-Less RFID realisiert (IMST GmbH)**
- **Versteckte Identifikationsstrukturen in Leiterplatten (PCB) – „C-ID“ (ANDUS)**
- **Tamper-Schutz und Tamper-Sensorik (IKTS, DD)**
- **Identifikationsstrukturen in keramischer Multilagenfertigung (VIA electronic)**
- **Integration v. Sicherheitsfunktionen in Fertigungslinien (KMS Technology Center)**
- **Demonstrator: Drucktransmitter für kritische Infrastruktur (PMST GmbH)**



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



GEFÖRDERT VOM

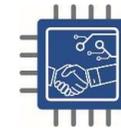


Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

Dr.-Ing. Uwe Krieger  
**VIA electronic GmbH**  
Member of the KOA Corporation  
Robert-Friese-Straße 3,  
**D-07629 Hermsdorf**  
Call: +49 (0) 36601-9298-118  
Mail: [u.krieger@via-electronic.de](mailto:u.krieger@via-electronic.de)  
Web: [www.via-electronic.de](http://www.via-electronic.de)

# VE-CERATRUST

VERHINDERUNG VON ANGRIFFEN AUF ELEKTRONIKSYSTEME DURCH NEUARTIGE KERAMISCHE MEHRLAGENSYSTEME



Vertrauenswürdige  
Elektronik

VE-CeraTrust



Assoziierte Partner:



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung