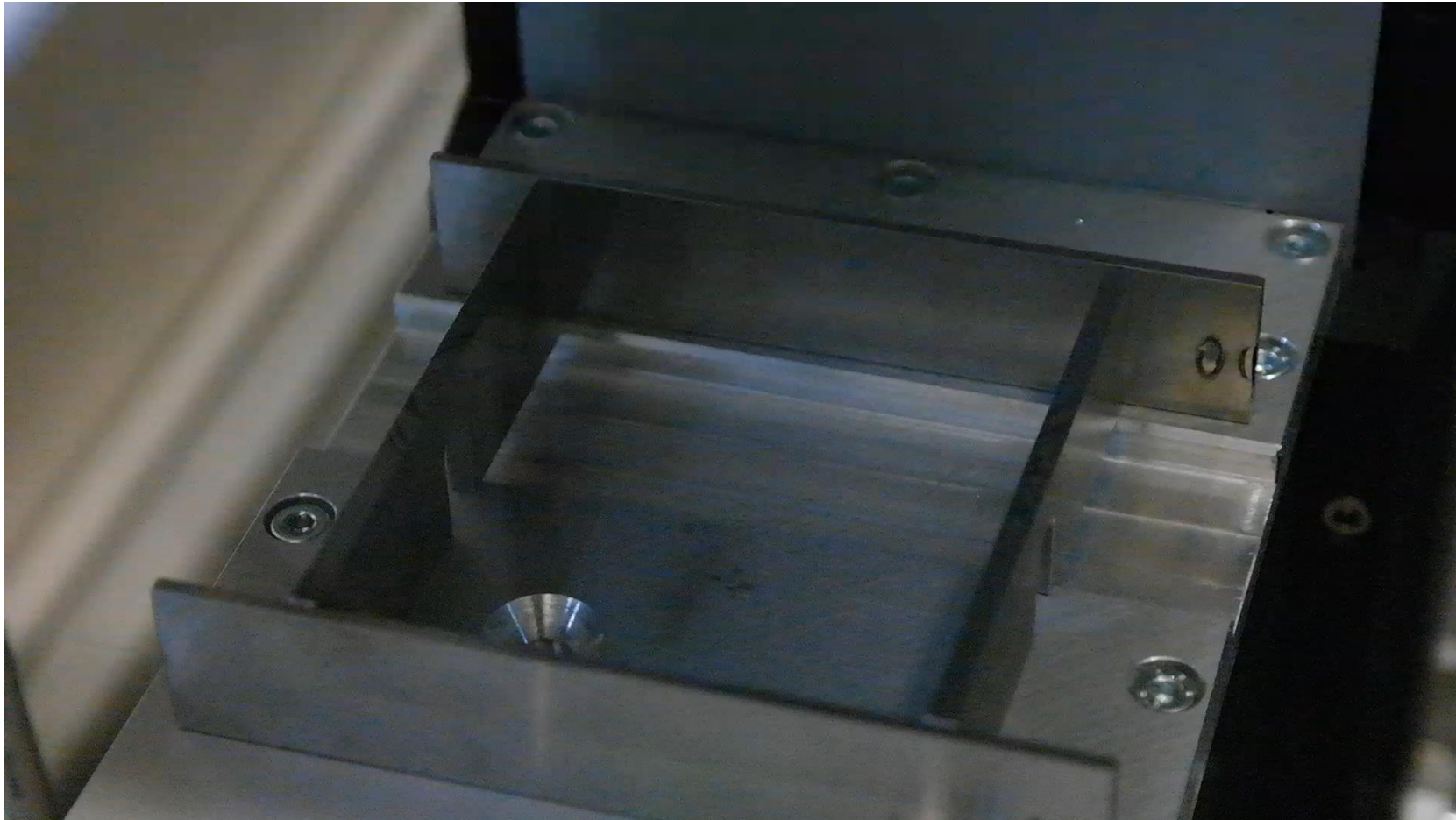


Ultradünnes Glas als Basismaterial für Hochtemperatursensorik



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN



ALLMeSa-DAYS 12.04.2022



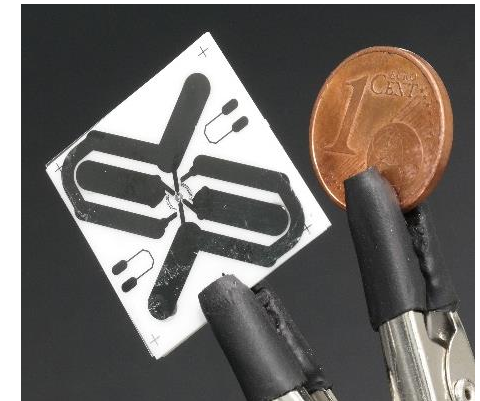
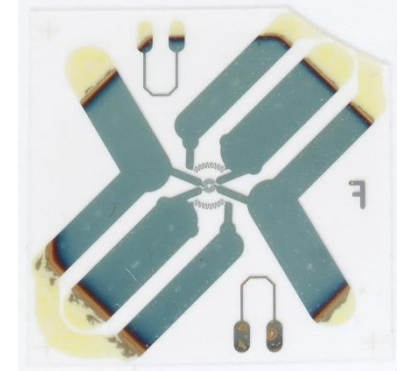
WACHSTUMSKERNE
UNTERNEHMEN
REGION
Die MAFI-Innovationsregion
Neuer Länder



Hybridtechnologie auf Ultradünnglas als Schlüssel zur Hochtemperatursensorik

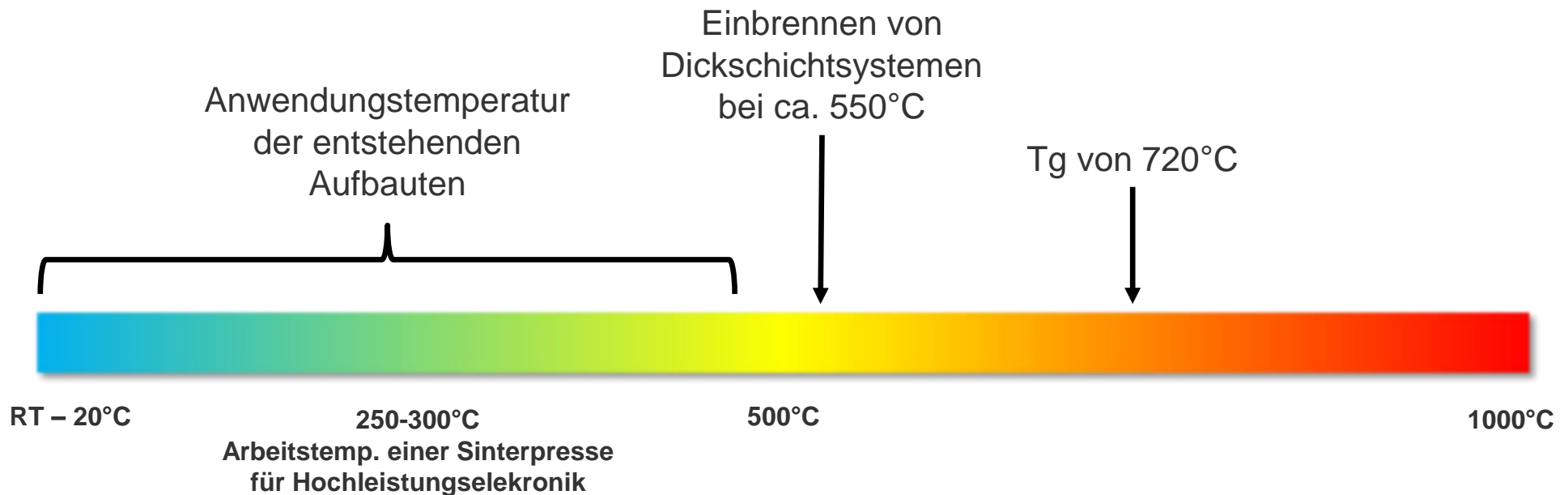
Philip Knoch

1. Glas als Werkstoff
2. Zielanwendung/ Demonstrator
3. Funktionalisierung - Schichtabscheidung
4. Fügen und el. Ankontaktieren
5. Versuchsergebnisse

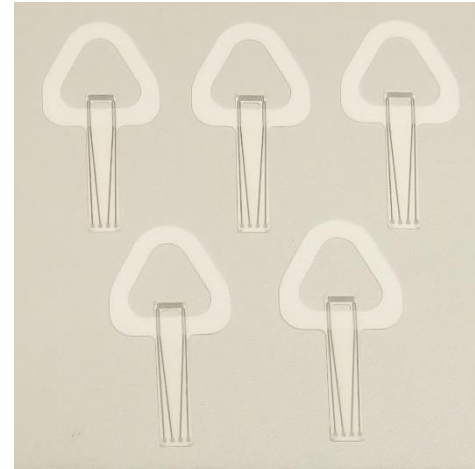
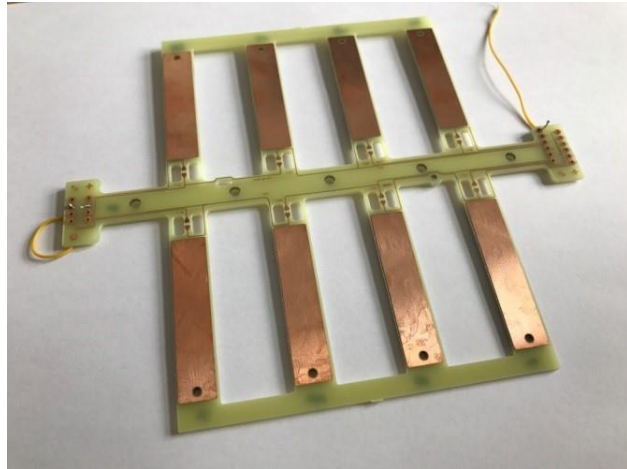


Wesentliche Eigenschaften verfügbarer UTGs

- Glasdicken: 30-210 μm
- CTE: $3,8 - 8,7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
- R2R-Eignung: Biegeradius von 100 μm dicken Glas: ca. 8cm
- TG: 550-720°C



Glas als Werkstoff



	FR4	Keramik	UTG
CTE [10^{-6} K^{-1}]	13-14 (175 in z)	7 (Al_2O_3)	3,8 – 8,7
Anwendungstemp. [$^{\circ}\text{C}$]	135 (1)	$\leq 1900^{\circ}\text{C}$ (2)	≈ 450
Mech. Flexibilität	+	0	++
Preis	-	0	?

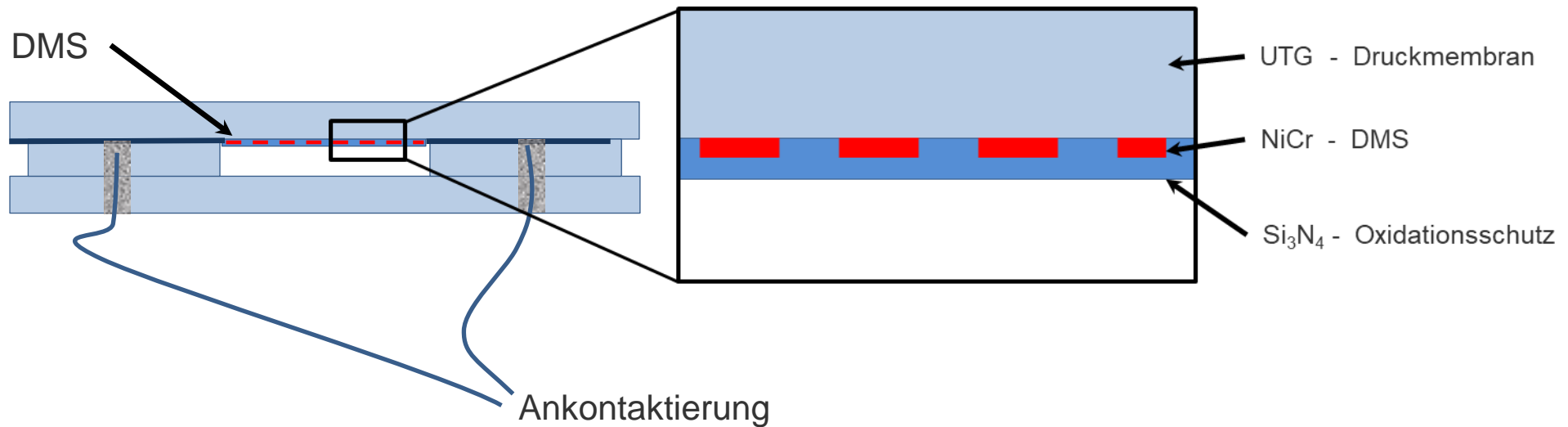
Quellen:

(1) <https://laminatedplastics.com/fr-4.pdf>

(2) <https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Aluminiumoxid>

Ziel

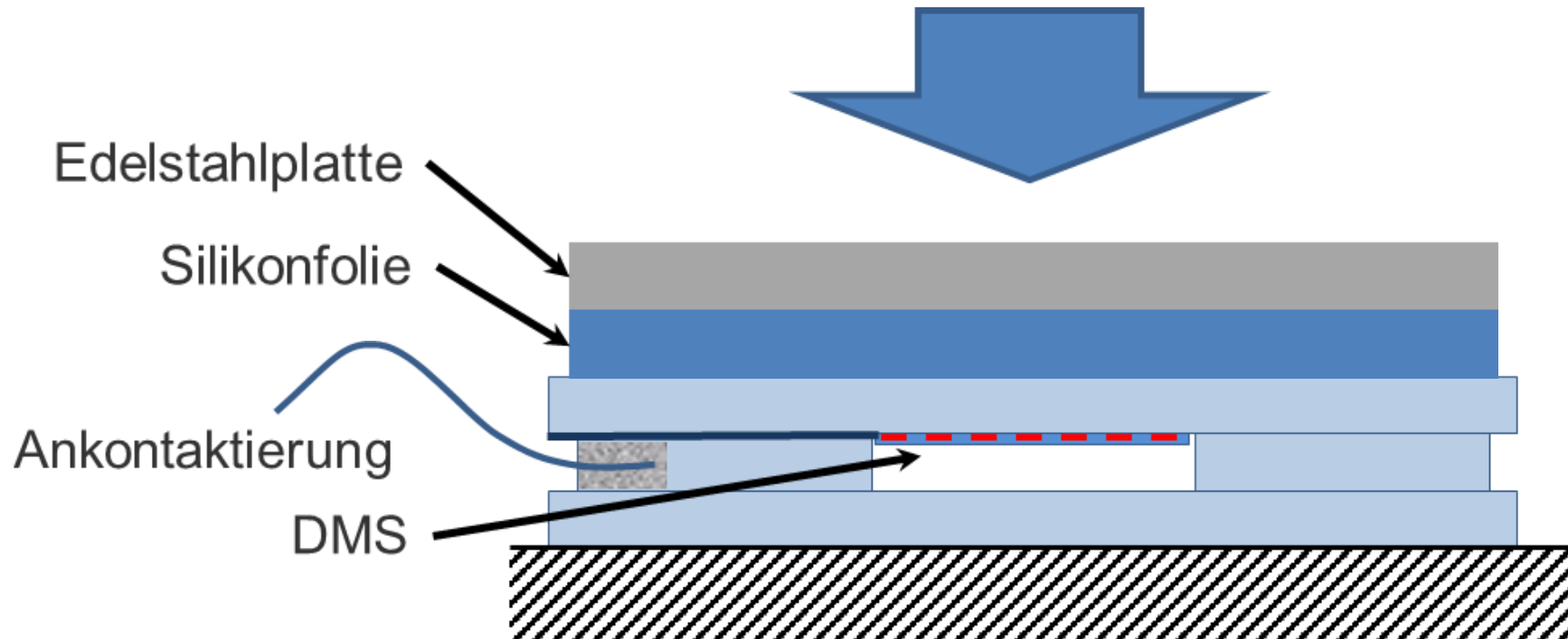
- Aufbau und Test eines Demonstrators in Form eines Drucksensors



Demonstrator – Konzept 2

Ziel:

- Nutzung des aufgebauten Drucksensor als Kraftsensor



Funktionalisierung Dünnschicht - Schichtabscheidung

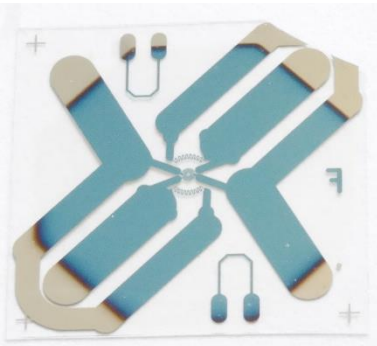
Ziel

- Aufbau und Test eines Demonstrators in Form eines Drucksensors

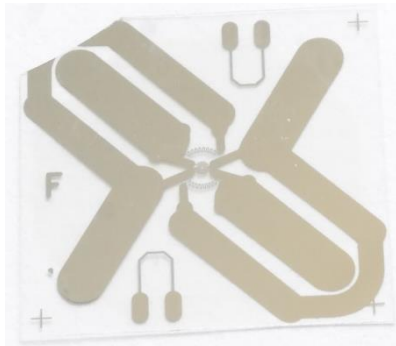
Aktueller Stand

- Abscheidung, Strukturierung und Zuverlässigkeit von...
 - NiCr als Funktionsmaterial getestet
 - Si₃N₄ als Schutzschicht für NiCr getestet

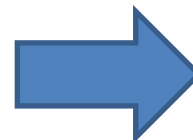
Oberseite



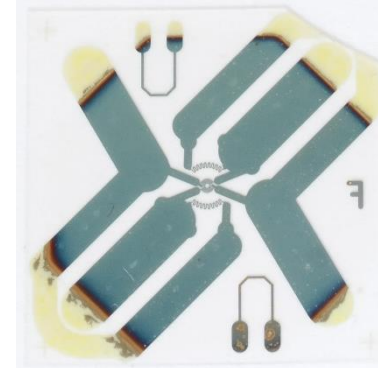
Rückseite



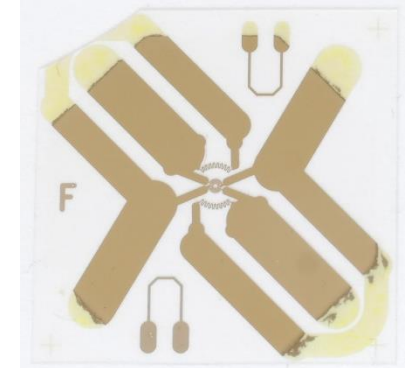
>100h @ 450°C
unter Atmosphäre



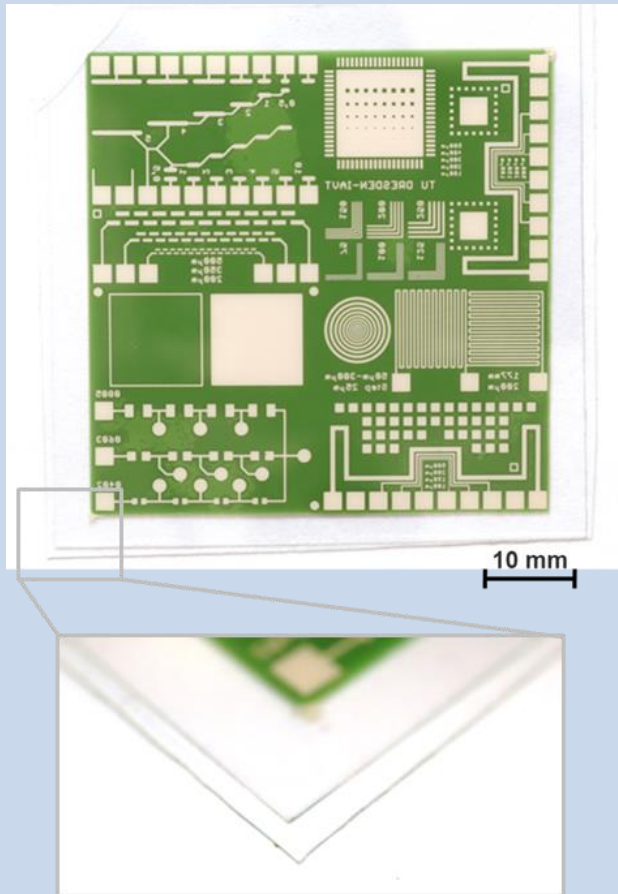
Oberseite



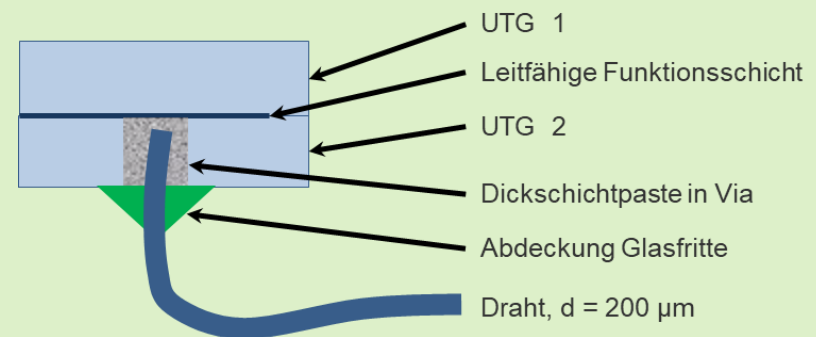
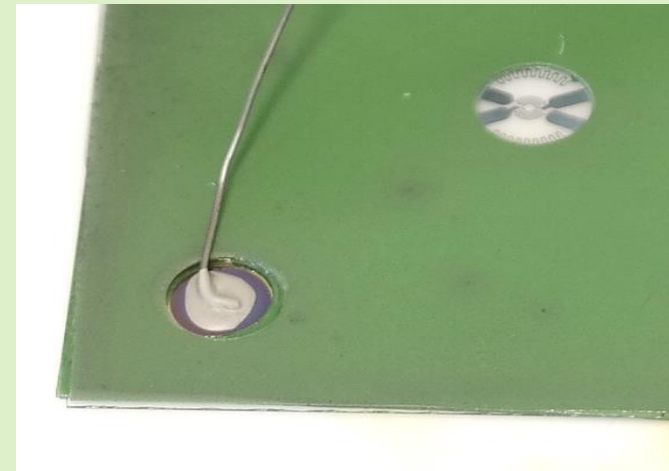
Rückseite



Fügen



El. Ankontaktieren



Test F-Sensor auf UTG-Basis

Ziel

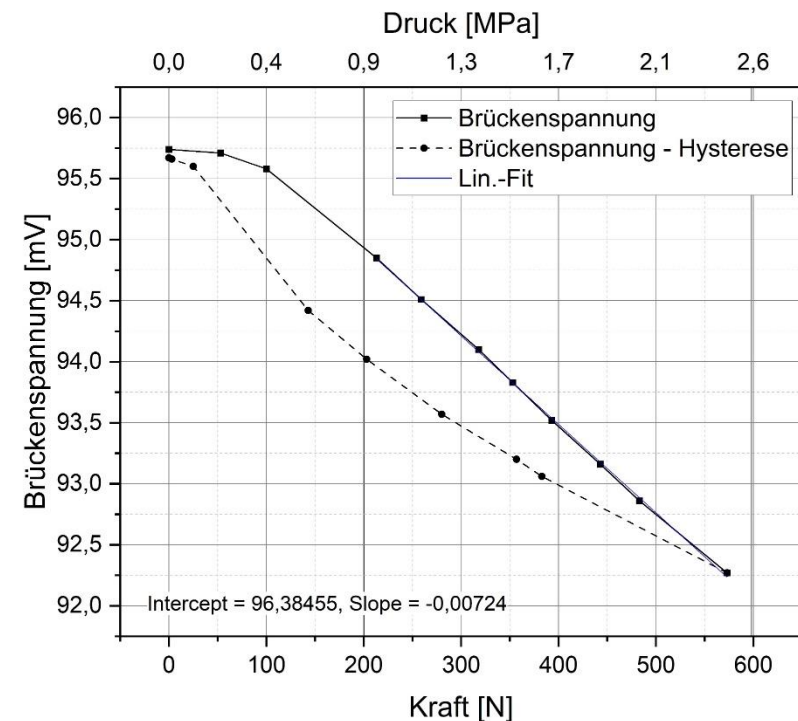
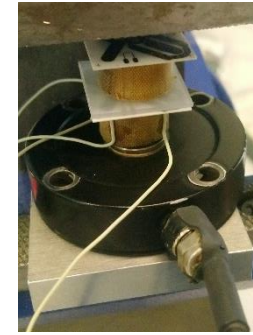
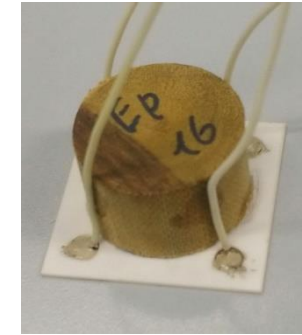
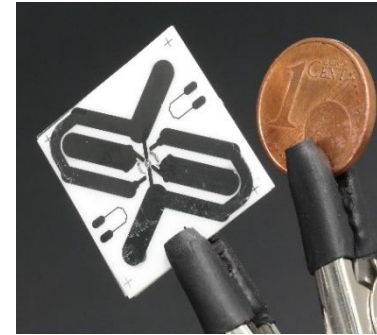
- Test des Sensorkonzepts

Methode

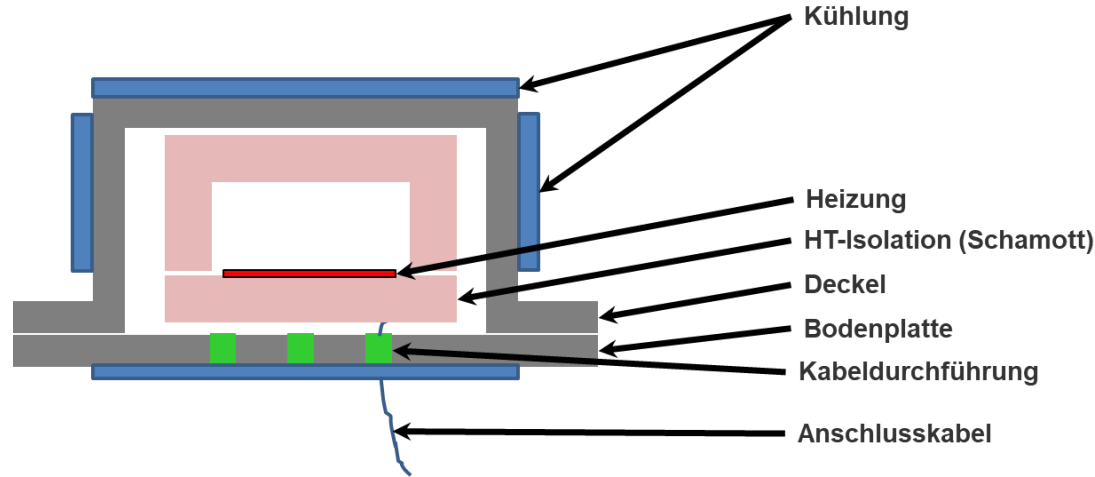
- Nutzen der hergestellten P-Sensoren in Aufbau des angestrebten Kraftsensors
- Krafterzeugung: Schraubstock
- Vergleichsmessung: Kraftsensor (Kraftlimit: 2,5 kN)

Ergebnisse

- Maximallast → 573 N/ 2,45 MPa (Sensorbruch bei 740 N/ 3,19MPa)
 - Kennlinie nahezu linear (siehe Diagramm)
 - Die Hysterese ist auf den suboptimalen Aufbau zurückzuführen
 - Sensitivität: 0,00724 mV/N



Unter- und Überdruckkammer mit Muffelofen



Anlagenspezifikation

- Druckbereich: 0,05 – 9 bar (absolut)
- Max. Temperatur: 450°C
- Gase: CA, N₂
- Druckeinstellung: manuell
- Druckmessung: digital



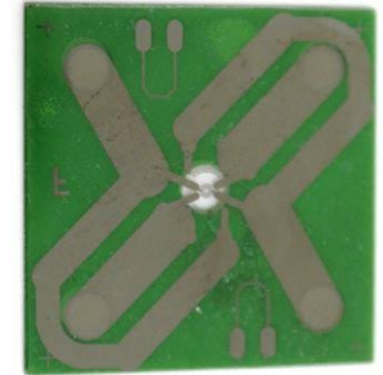
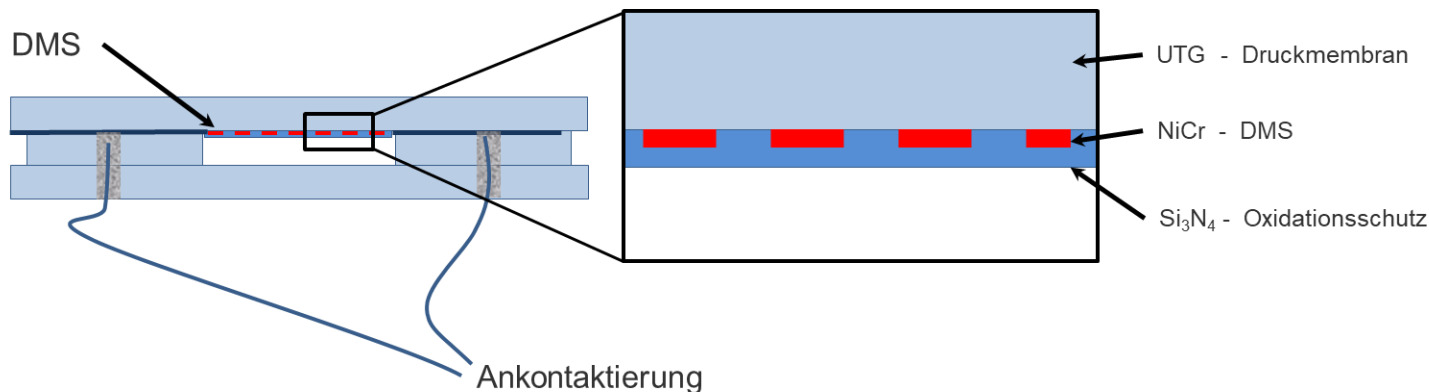
1. UTG-Basiert hochtemperaturfähiger Drucksensor

Herstellung

- Aufbau: Siehe Konzept
- Sensordicke: 390µm

Ziele erster Tests

- Überprüfung der Funktionalität des Sensors
- Untersuchung Sensorantwort bei Druckbeaufschlagung
- Charakterisierung Temperaturverhalten



1. UTG-Basiert hochtemperaturfähiger Drucksensor

Herstellung

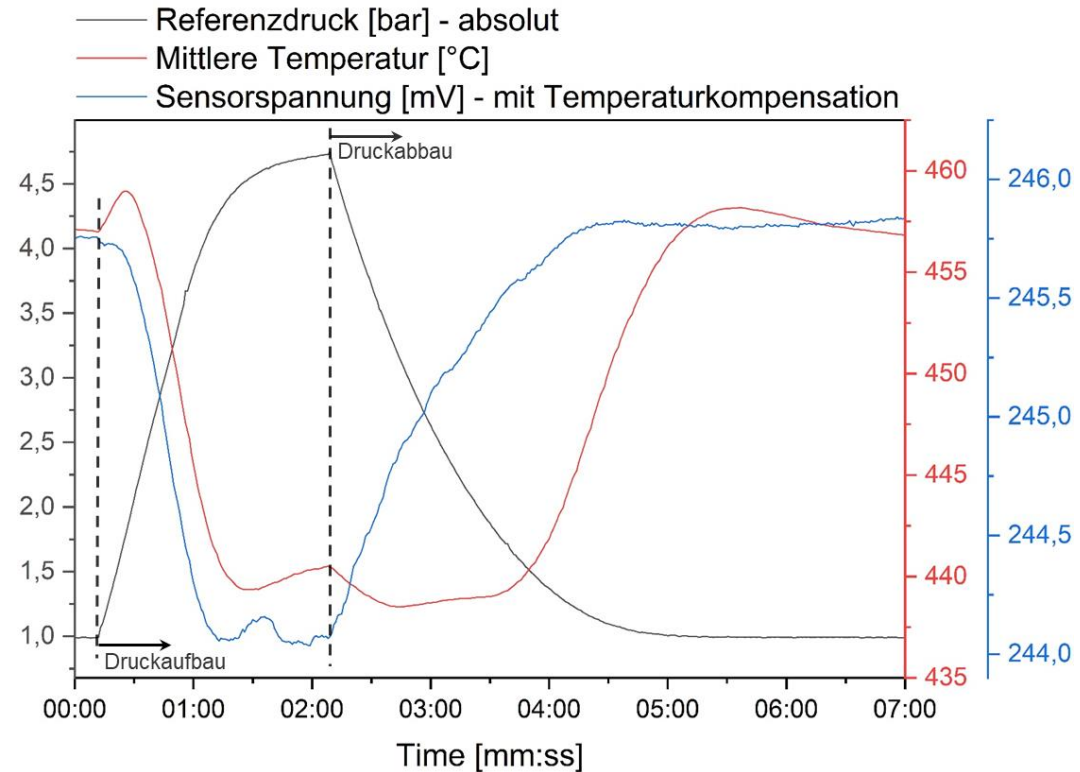
- Aufbau: Siehe Konzept
- Sensordicke: 390µm

Ziele erster Tests

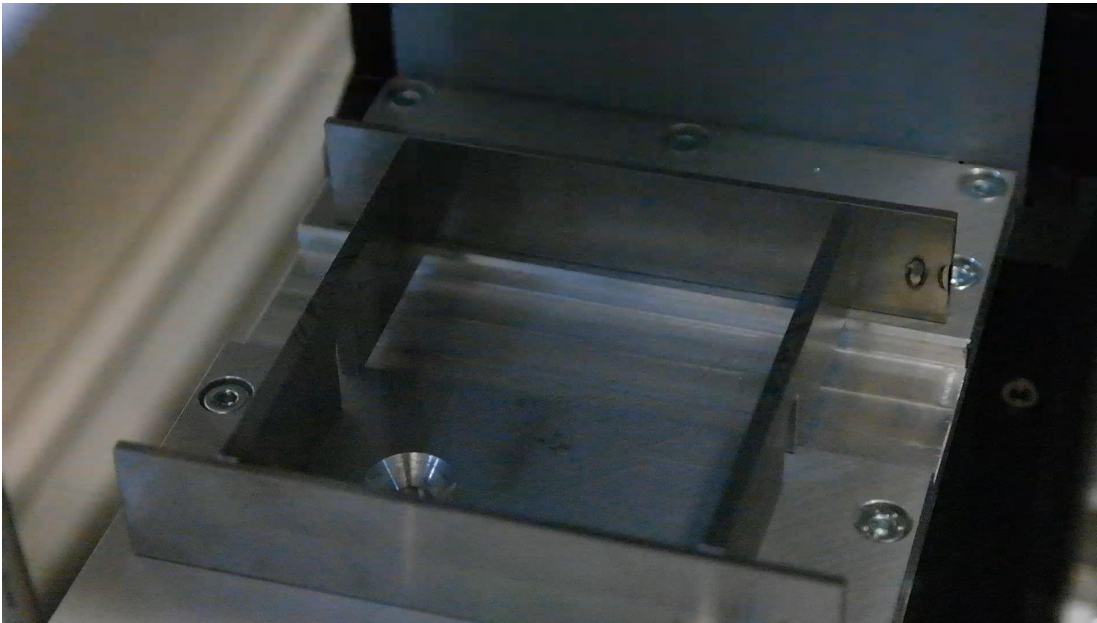
- Überprüfung der Funktionalität des Sensors
- Untersuchung Sensorantwort bei Druckbeaufschlagung
- Charakterisierung Temperaturverhalten

Ergebnisse

- Funktion bei bis zu 450°C gegeben
- Druckbereich: 0,06 – 9 bar (absolut)



Danke für Ihre Aufmerksamkeit



Philip Knoch

(0351) 463 43772

philip.knoch@tu-dresden.de

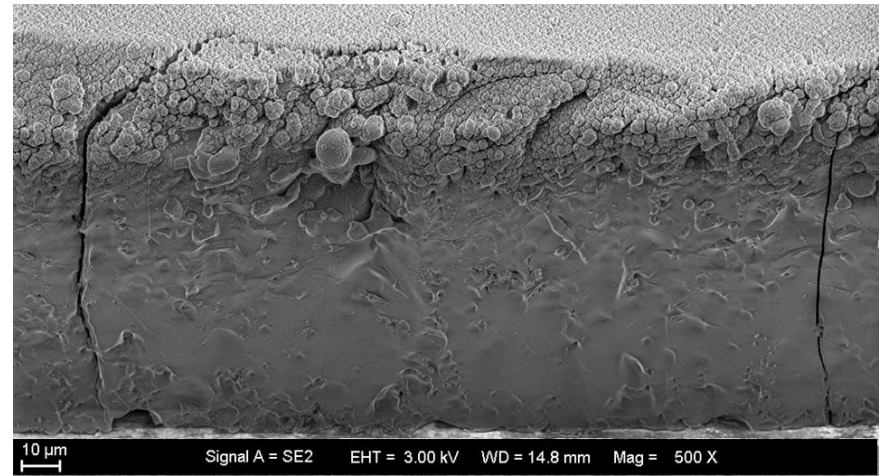
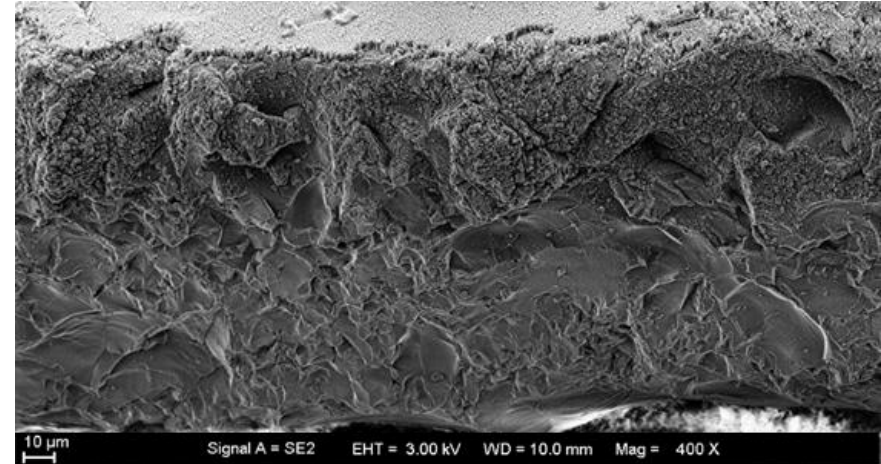
Ziele

- Zuschneiden auf Zielgröße
- Erreichen von “perfekten” Kanten
- Erzeugen von Vias
- Herstellen von 3D-Freiformen

Bearbeitung von UTG

- Ritzen + Brechen
- Mechanisch Spannen + Brechen
- ECDM Electrochemicaldischargemachining
- Wafersäge
- Laserbearbeitung
 - Laservorbehandlung + Ätzen (©LPKF)
 - Schneiden mittels Femtosekundenlaser
 - Schneiden mittels Nanoeskundenlaser

Optimierung der Laserstrukturierung

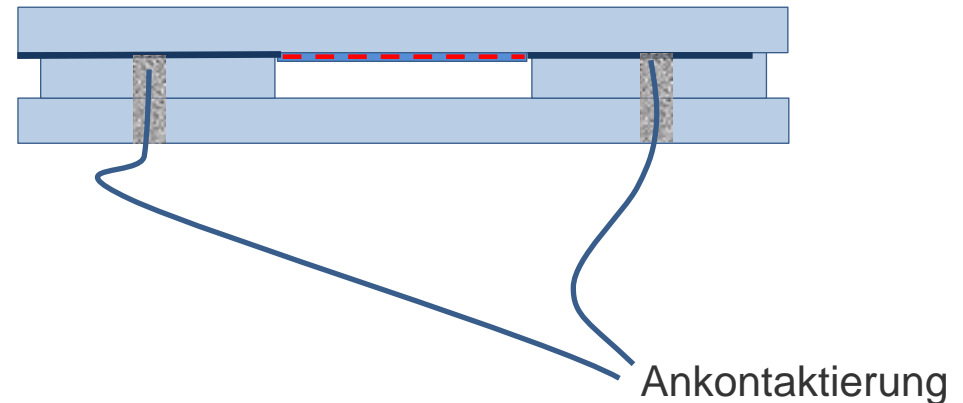


Ziel

- Aufbau und Test eines Demonstrators in Form eines Drucksensors

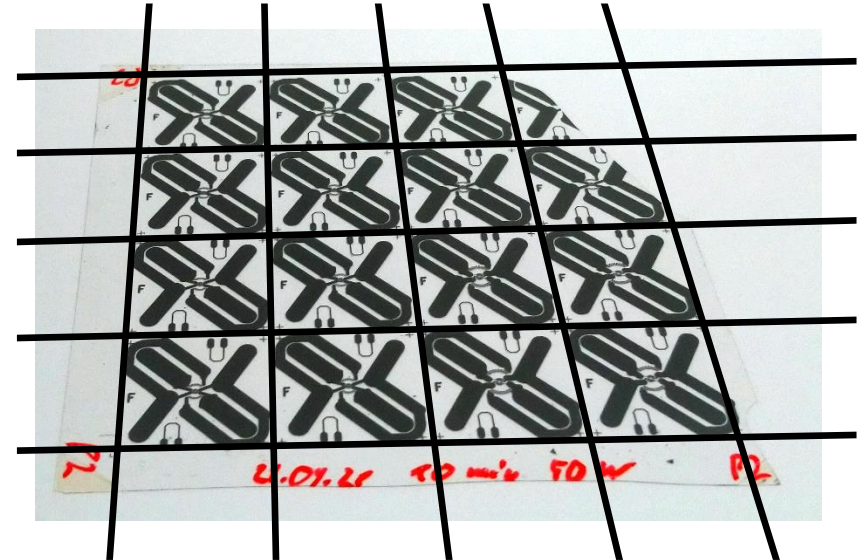
Umsetzung

- PVD-Sputtern von Funktions- und Schutzschichten
- Auftrag von Dickschichtpasten (Vorbereitung für Fügen)
- Konfektionierung – Laserschneiden
- Fügen der Einzelsubstrate
- Elektrische Ankontaktierung



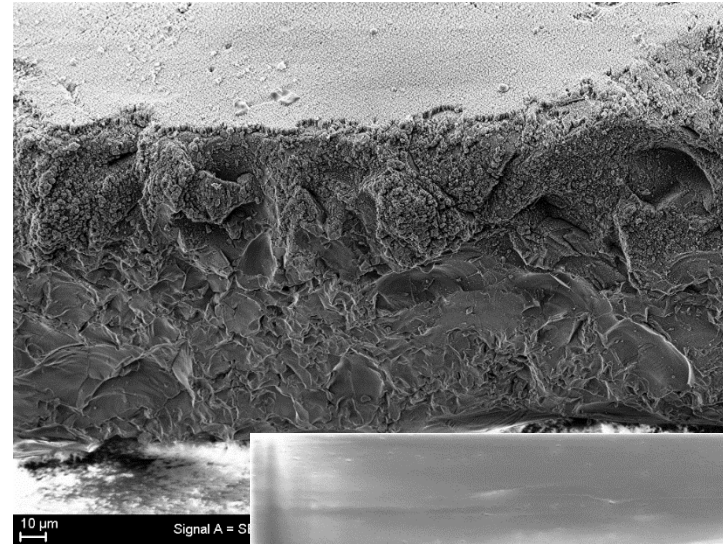
Ziele

- Zuschneiden auf Zielgröße



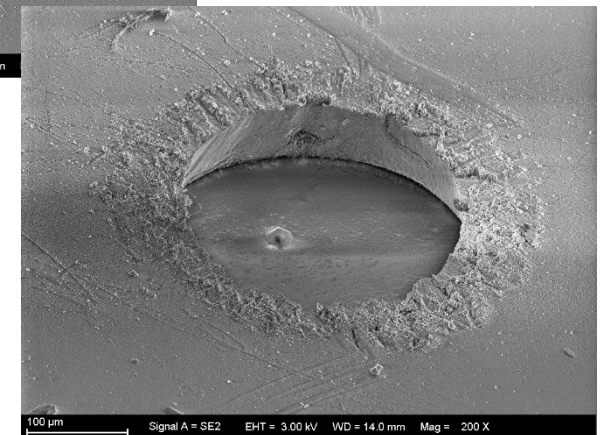
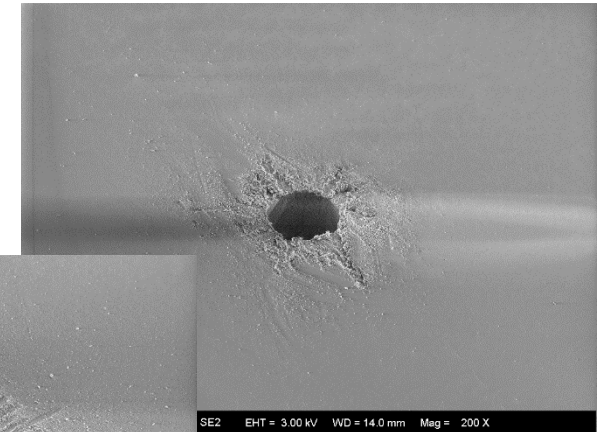
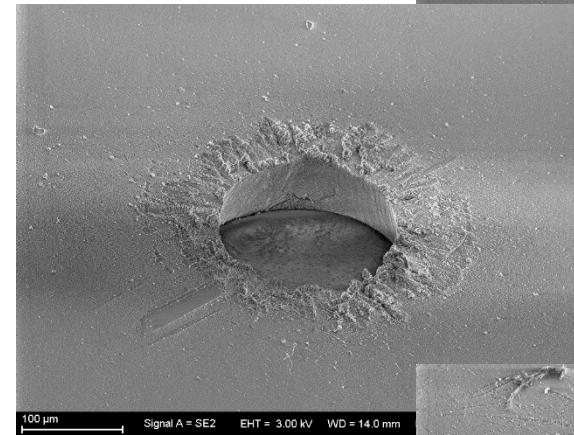
Ziele

- Zuschneiden auf Zielgröße
- Erreichen von “perfekten” Kanten



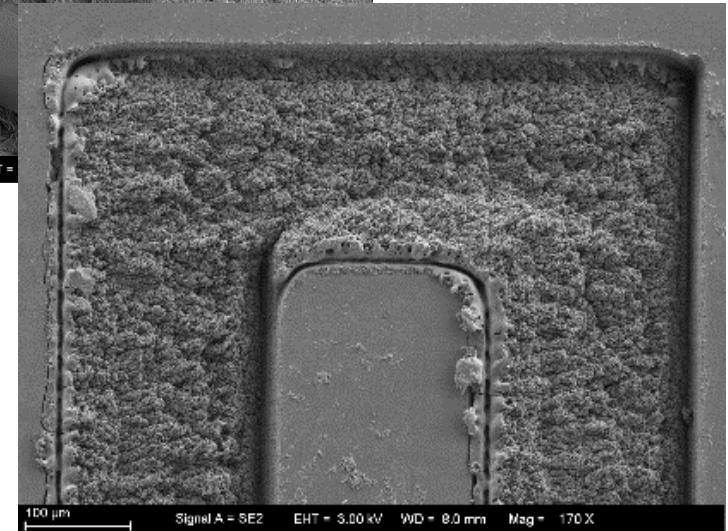
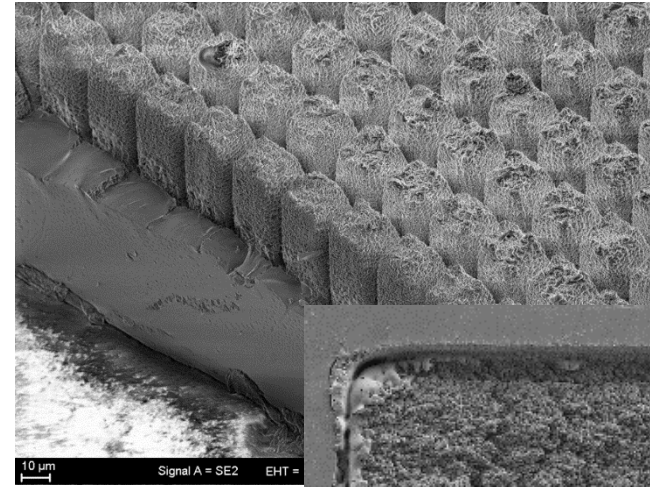
Ziele

- Zuschneiden auf Zielgröße
- Erreichen von “perfekten” Kannten
- Erzeugen von Vias



Ziele

- Zuschneiden auf Zielgröße
- Erreichen von “perfekten” Kanten
- Erzeugen von Vias
- Herstellen von 3D-Freiformen



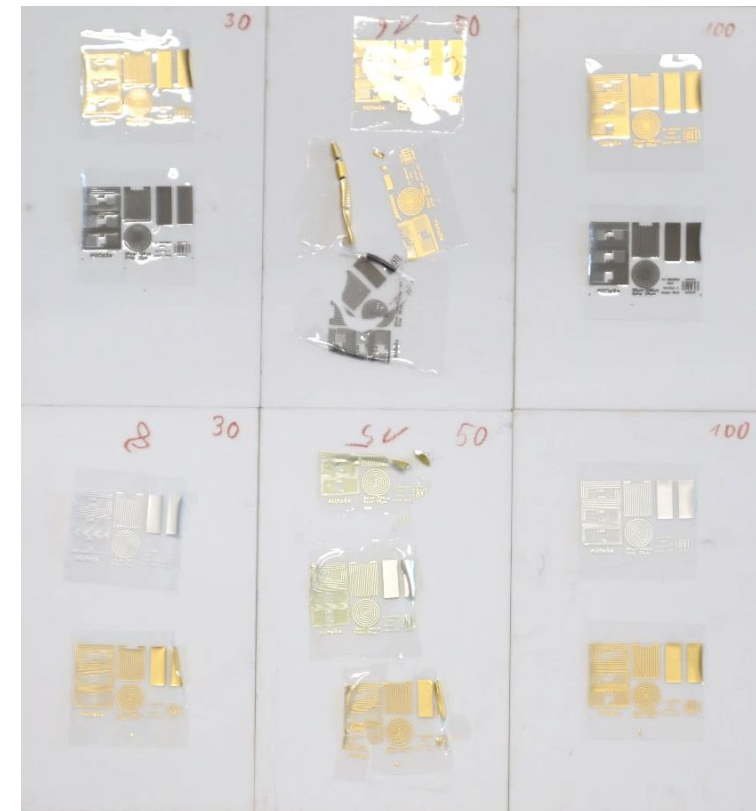
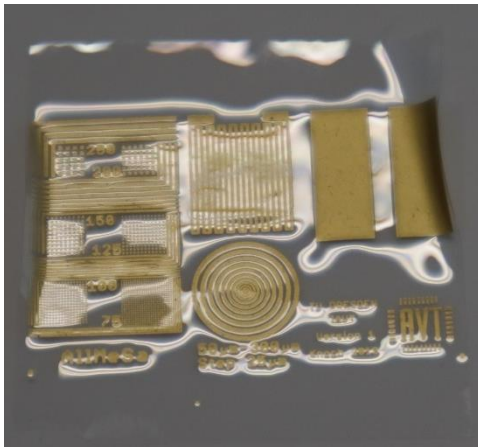
Funktionalisierung Dickschicht - Schichtabscheidung

Ziel

- Aufbau und Test eines Demonstrators in Form eines Drucksensors

Aktueller Stand

- Druck mit versch. Dickschichtsystemen wurde getestet
 - Niedertemperaturpastensysteme – Sintertemperatur ca. 550°C
 - Standartpastensysteme – Sintertemperatur ca. 850°C



Funktionalisierung Dünnschicht - Schichtabscheidung

Ziel

- Aufbau und Test eines Demonstrators in Form eines Drucksensors

Aktueller Stand

- Abscheidung, Strukturierung und Zuverlässigkeit von...
 - NiCr als Funktionsmaterial getestet



Funktionalisierung Dünnschicht - Schichtabscheidung

Ziel

- Aufbau und Test eines Demonstrators in Form eines Drucksensors

Aktueller Stand

- Abscheidung, Strukturierung und Zuverlässigkeit von...
 - NiCr als Funktionsmaterial getestet

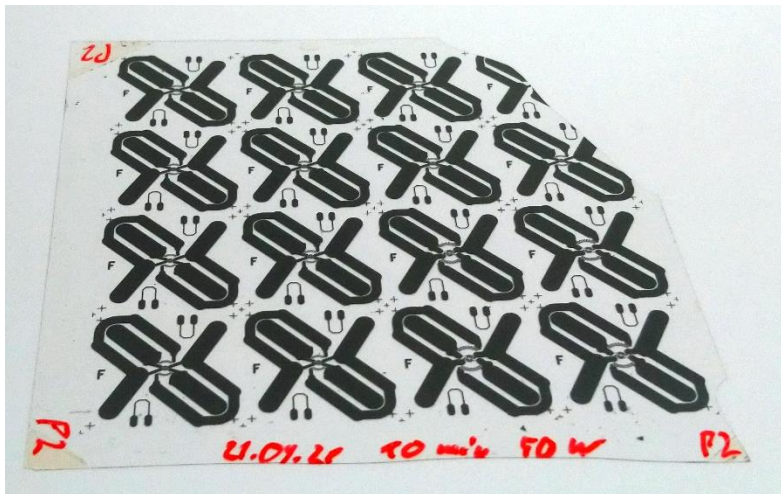


Abb. 1: Vorversuch zur Abscheidung von NiCr
– Matrix aus 16 Drucksensoren –

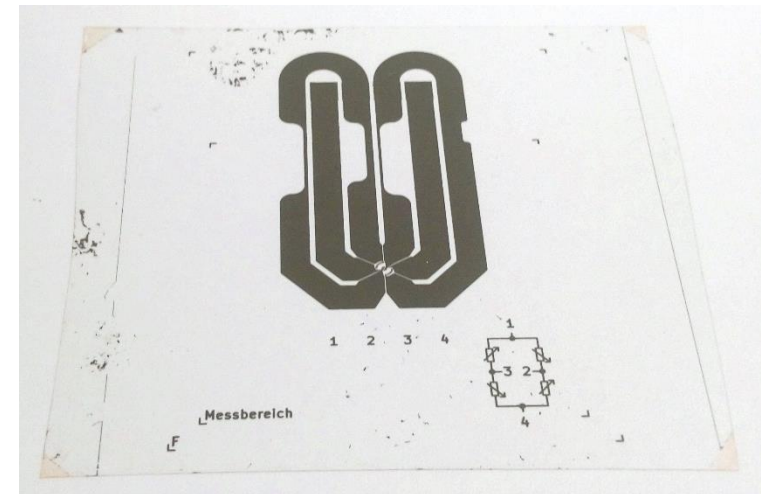


Abb. 2: Vorversuch zur Abscheidung von NiCr
– Kraftsensor –

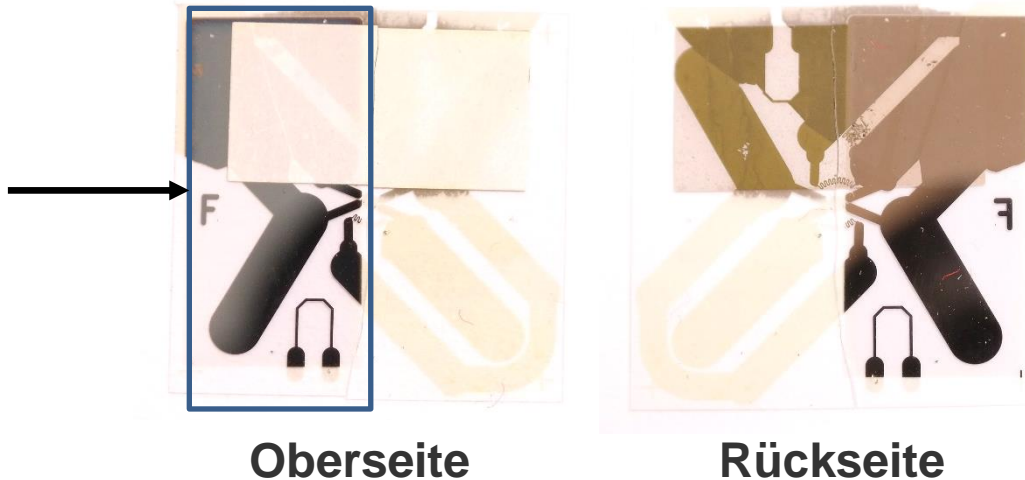
Ziel

- Aufbau und Test eines Demonstrators in Form eines Drucksensors

Aktueller Stand

- Abscheidung, Strukturierung und Zuverlässigkeit von...
 - NiCr als Funktionsmaterial getestet
 - Si₃N₄ als Schutzschicht für NiCr getestet
 - ITO als Diffusionsbarriere für NiCr/Ag-Dickschicht getestet

ITO-Layer



>100h @ 450°C
unter Atmosphäre



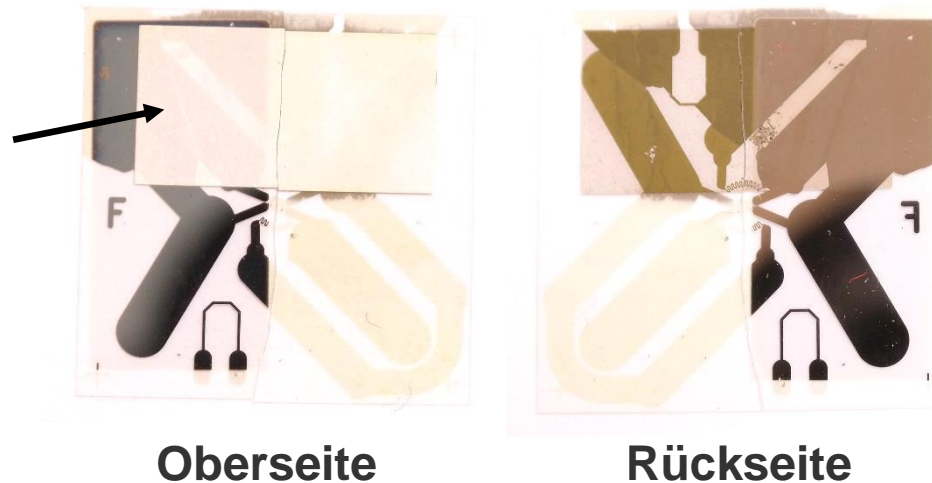
Ziel

- Aufbau und Test eines Demonstrators in Form eines Drucksensors

Aktueller Stand

- Abscheidung, Strukturierung und Zuverlässigkeit von...
 - NiCr als Funktionsmaterial getestet
 - Si₃N₄ als Schutzschicht für NiCr getestet
 - ITO als Diffusionsbarriere für NiCr/Ag-Dickschicht getestet

Ag-Dickschicht-
Layer



>100h @ 450°C
unter Atmosphäre



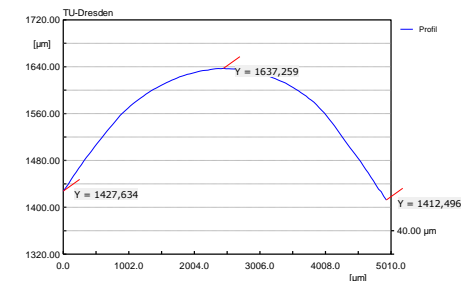
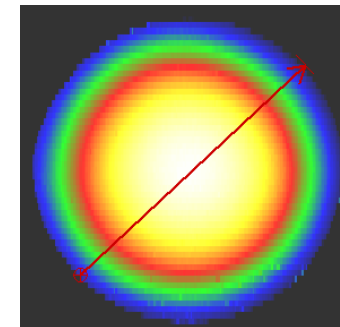
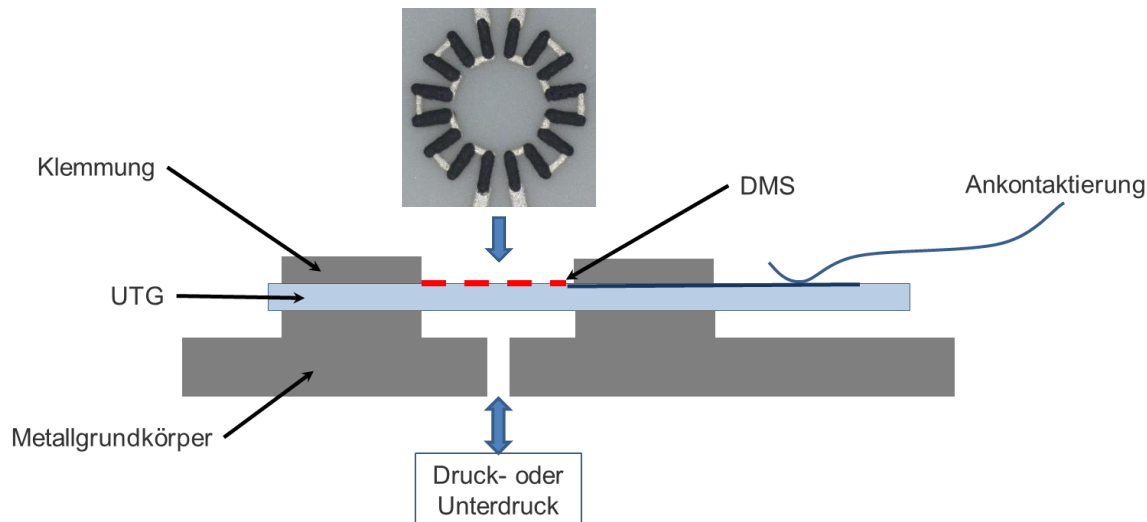
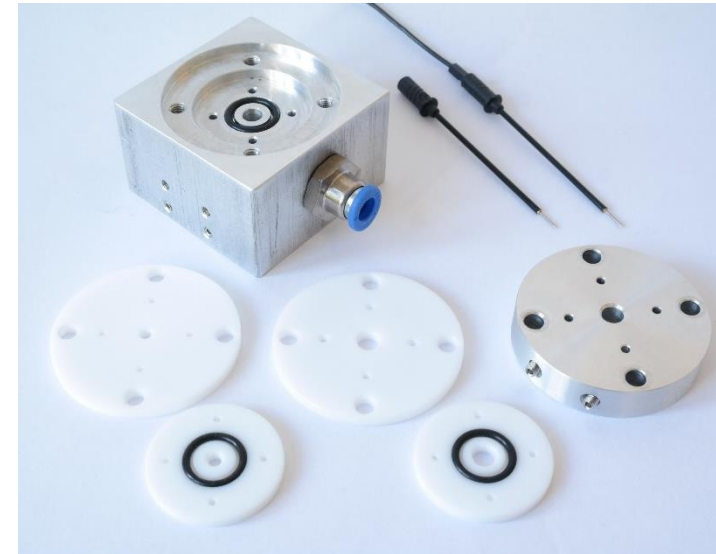
Test P-Sensor auf UTG-Basis

Methode

- Konstruktion eines Behelfstools → Test zu Nutzung von UTG als Druckmembran
- Siebdruck von leitenden Strukturen zu Herstellung von Dehnungsmessstreifen

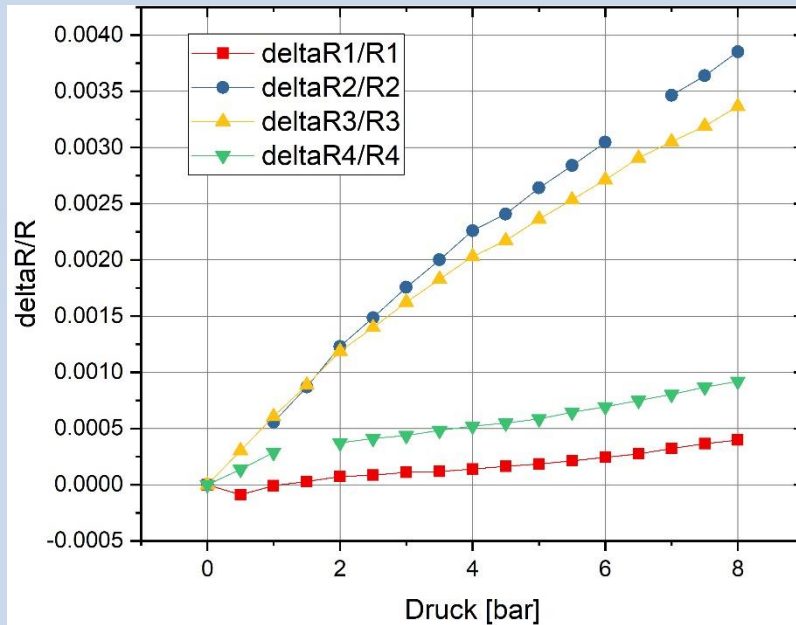
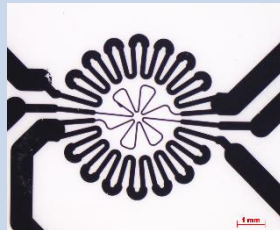
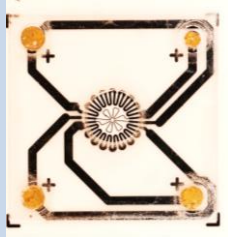
Ergebnisse

- UTGs können bei Membrandurchmessern von 3 und 5 mm mit 8 bar beaufschlagt werden
- Bspl: 216 μm Membranhub @8bar UTG mit 30 μm Dicke



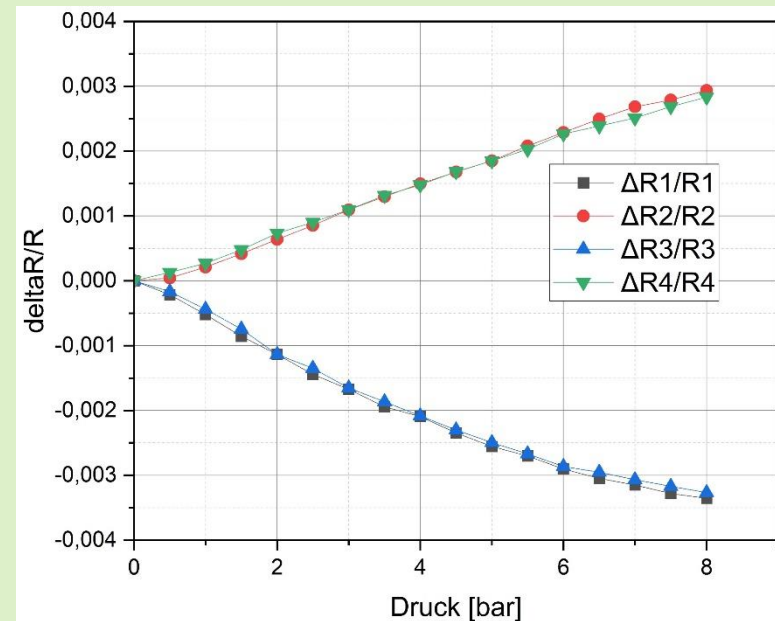
30 μm dickes UTG @ 8 bar
Membranhub ca. 216 μm

Test P-Sensor auf UTG-Basis



Versuch 1 – DüS-DMS 1. Generation in Behelfseinspannung

- Funktion grundlegend gegeben
- Sensitivität ca. 0,2 – 1,2 Ω /bar



Versuch 2 – DüS-DMS 2. Generation verklebt auf Keramikträger

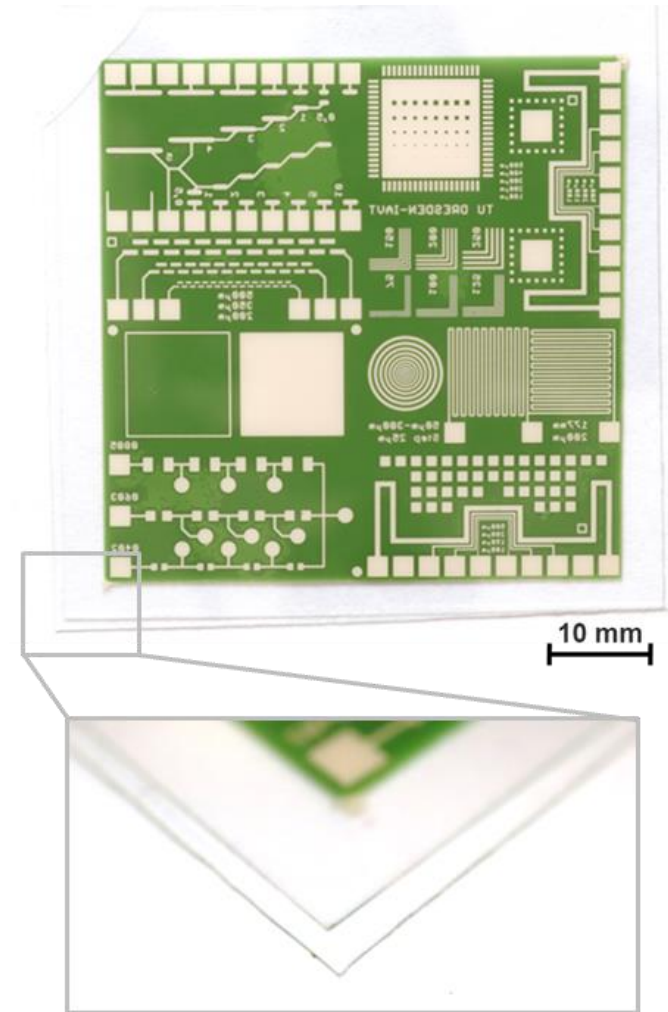
- Sensitivität ca. 1 – 1,3 Ω /bar

Technisch mögliche Fügeverfahren für UTG

- Anodisches Bonden
- Lasergestütztes Glaslöten
- Fügen durch Sintern von Glasfritte

Fügen mittels Glasfritte

- Prozessablauf
 - Drucken auf die Fügepartner
 - Trocknen + Sintern (@500°C)
 - Platzierung der Fügepartner Face-to-Face
 - Sintern @600°C mit ca. 0,001 MPa Anpressdruck
- Platzbedarf der Verbindung: ca. 12 μm

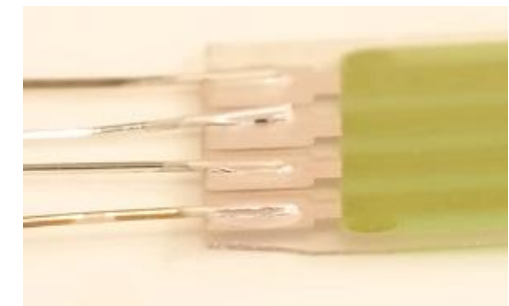
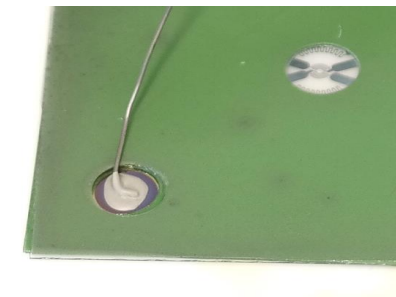
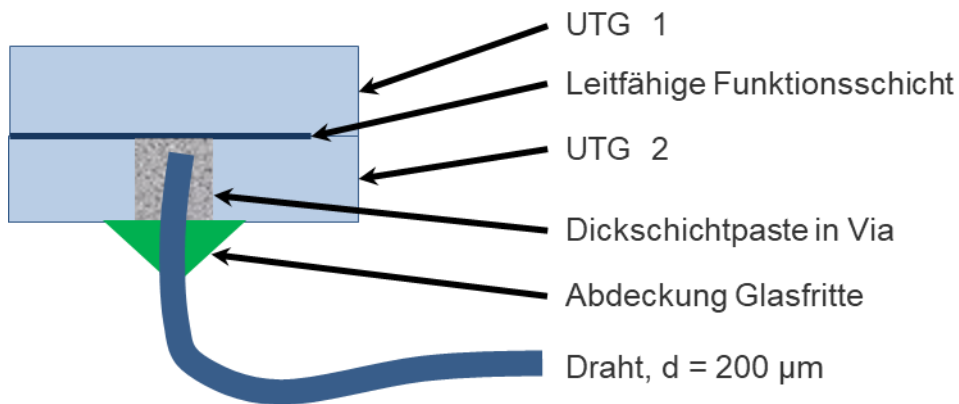


Aktueller Stand

- Pt-Drähte werden mittels Dickschichtpaste an einem Kontaktpad angesintert

Geplante Versuche

- Ersetzen der Pt-Drähte durch Ni-Drähte
→ Kostenreduzierung auf 0,09%
- Test von Ni-ummantelten Cu-Drähten
 - Thermische Beständigkeit durch Ni-Ummantelung + gute Leitfähigkeit durch Kupfer
- Ankontaktierung in Vias und Abdeckung mit Glasfritte
- Ausgeschriebenes Thema einer Studienarbeit



Quellen: (1) <https://www.elektrotechnik-fachwissen.de/tabellen/spezifische-widerstaende-leitwerte.php> (2) hpulcas GmbH

Ziel:

- Nutzung des aufgebauten Drucksensor als Kraftsensor

