



**1** Unterlegscheibenartige Sensorsysteme mit unterschiedlichen Sensoranordnungen auf der Oberfläche gehärteter Stahlsubstrate.

**2** Sensorsysteme mit zusätzlicher Verschleißschutzschicht (rechts partiell abgeschieden).

## FERTIGUNG ANWENDUNGSSPEZIFISCHER SENSORSYSTEME

Der Kundenwunsch steht im Fokus der Sensorentwicklungen am Fraunhofer IST. Dies bezieht sich sowohl auf die Geometrie der Grundkörper, als auch auf die Art und Anzahl der Sensorsysteme, die in einem Dünnschichtsystem vereint werden. Derzeit stehen dafür piezoresistive und thermoresistive Sensorstrukturen zur Verfügung, die den Anforderungen des Auftraggebers entsprechend realisiert werden.

### Variabel und integrierbar

Viele unserer Kunden benötigen Sensorsysteme, die einfach in bestehende Anlagen, Komponenten oder auch Produkte integriert werden können, um dort insbesondere Schraubverbindungen zu überwachen. Das Fraunhofer IST bietet dazu Dünnschichtsensoren in unterschiedlichsten Geometrien an. In den meisten Fällen werden Grundkörper aus gehärtetem Stahl eingesetzt, die in ihrer Geometrie an die Form von Unterlegscheiben erinnern.

### Das sensorische Dünnschichtsystem

Auf dem Grundkörper wird mithilfe eines PACVD-Prozesses eine am Fraunhofer IST entwickelte DiaForce®-Schicht homogen abgeschieden. Anschließend werden einzelne kreisförmige Elektrodenstrukturen aus Chrom gefertigt, welche die belastungsmessenden Sensorflächen bilden (vgl. Abbildung 1 und 2). Es folgt eine elektrisch isolierende SiCON®-Zwischenschicht, d. h. eine mit Silizium und Sauerstoff modifizierte Kohlenwasserstoffschicht, die ebenfalls im PACVD-Prozess abgeschieden wird.

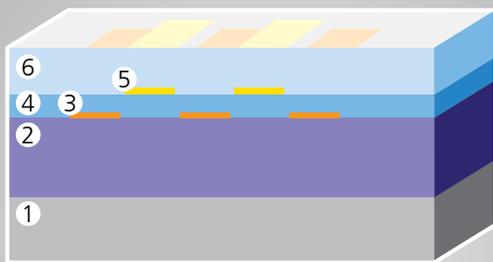
### Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST

Bienroder Weg 54 E  
38108 Braunschweig

### Ansprechpartner

M.Sc. Anna Schott  
Telefon +49 531 2155-674  
anna.schott@ist.fraunhofer.de

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



- 6 Isolations- und Verschleißschutzschicht (SiCON®)  
 5 Temperaturmäanderstruktur  
 4 Isolations- und Verschleißschutzschicht (SiCON®)  
 3 Elektrodenstruktur Cr  
 2 DiaForce®  
 1 Stahlgrundkörper

3

Darauf werden sowohl die Leiterbahnen zu den Kontaktierungspunkten als auch die temperaturmessenden Mäanderstrukturen aus Chrom erzeugt. Diese Strukturen werden mit einer zweiten abschließenden SiCON®-Schicht vor Verschleiß geschützt (vgl. Abbildung 3).

### Die Sensorcharakteristik

In Prüfständen des Fraunhofer IST werden die temperaturabhängigen und belastungsabhängigen Kennlinien jeder einzelnen Sensorstruktur gemessen. Im Fall der piezoresistiven Sensorik erhält man linear von der Belastung abhängige Widerstands-

kennlinien. Die Messung erfolgt über eine Voll- oder Halbbrückenschaltung bei einer konstanten Spannung von fünf Volt. Die thermoresistiven Mäanderstrukturen weisen ebenfalls lineare Widerstandsabhängigkeiten auf. Sie werden in sogenannter Vierleitertechnik aufgebaut, wobei über die äußeren Leiter ein konstanter Strom von z. B. 10 mA angelegt und die Spannungsänderung über die inneren Leiter gemessen wird. Da die piezoresistive Sensorschicht DiaForce® als amorphe Kohlenwasserstoffschicht ein Halbleiter ist, weist sie eine exponentielle Widerstandsabhängigkeit von der Temperatur auf. Dieser Effekt kann durch die zusätzliche Integration von temperaturkompensierenden Strukturen

im Kontaktierungsbereich ausgeglichen werden. Exemplarische Kennlinienverläufe einer Kraftsensorstruktur und eines Temperaturmäanders sind in dem unten stehenden Diagramm dargestellt.

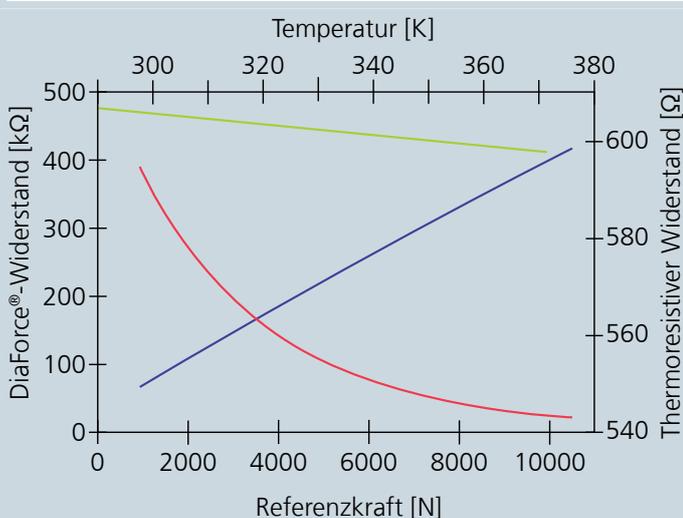
### Die Vorteile unserer Sensorsysteme

- ▄ Individuelle Sensordesigns
- ▄ Geometrieunabhängigkeit
- ▄ Kombination aus Kraft- und Temperatursensorik möglich
- ▄ Temperaturkompensation bei Bedarf integrierbar
- ▄ Datentransfer kabelgebunden oder kabellos über Bluetooth Low Energy
- ▄ Breites Anwendungsspektrum

### Anwendungsbeispiele

- ▄ Einsatz in Prüfständen
- ▄ Überwachung von Schraubverbindungen in Windkraftanlagen
- ▄ Sensorische Momentenverbinder zur Gebäudeüberwachung
- ▄ Schwingungsmessung in Produktionsanlagen

Belastungsabhängiger und temperaturabhängiger Widerstandsverlauf einer Sensorstruktur und die lineare Widerstandsabhängigkeit von der Temperatur einer Mäanderstruktur.



- DiaForce® piezoresistiv
- DiaForce® thermoresistiv
- Mäander thermoresistiv

3 Schematische Darstellung des Dünnschichtsystems für kundenspezifische Sensoranwendungen.