



1 Einsatz der intelligenten
Schraubverbindung.

INTELLIGENTE SCHRAUB- VERBINDUNG – DRAHTLOSE UND ENERGIEAUTARKE MONITORING-LÖSUNG

Schrauben an wichtigen Verbindungsstellen wie Brücken, Windkraftanlagen oder Maschinen in Produktionsstraßen, die sich mit der Zeit lockern, stellen ein erhebliches Sicherheitsrisiko dar. Das Forschungszentrum IoT-COMMs – Teil des Fraunhofer-Clusters of Excellence Cognitive Internet Technologies CCIT – hat daher eine intelligente Schraubverbindung entwickelt, die eine drahtlose und energieautarke Überwachung ermöglicht. Dabei misst ein am Fraunhofer IST entwickelter Dünnschichtsensor die Krafteinwirkungen auf die Schraubverbindung und Veränderungen der Umgebungstemperatur am Montageort. Ziel ist die Realisierung einer energieautarken Überwachung von Strukturen in einem permanenten Langzeit-Monitoring.

Dünnschichtsensorik

Die Integration der Sensorik in die Schraubverbindung erfolgt am Fraunhofer IST über das Aufbringen eines Dünnschichtsystems auf der Oberfläche von Unterlegscheiben (vgl. Abbildung 4). Dazu wird zunächst in einem PACVD-Prozess (plasmaunterstützte chemische Gasphasenabscheidung) die am Fraunhofer IST entwickelte piezoresistive

DiaForce®-Schicht homogen auf der Scheibe abgeschieden. Anschließend werden einzelne Elektrodenstrukturen aus Chrom gefertigt, welche die Sensorflächen zur Belastungsmessung sowie eine Struktur zur Temperaturkompensation bilden (vgl. Abbildung 2).

Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST

Bienroder Weg 54 E
38108 Braunschweig

Ansprechpartner

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

Marcel Plogmeyer, M.Sc.
Telefon +49 531 2155 661
marcel.plogmeyer@ist.fraunhofer.de

www.ist.fraunhofer.de



Auf einer darauf folgenden elektrisch isolierenden SiCON®-Zwischenschicht, eine mit Silizium und Sauerstoff modifizierte Kohlenwasserstoffschicht, die ebenfalls im PACVD-Verfahren abgeschieden wird, werden sowohl Leiterbahnen zu den Kontaktierungspunkten, als auch eine temperaturmessende Mäanderstruktur aus Chrom strukturiert. Diese Strukturen werden mit einer zweiten abschließenden SiCON®-Schicht vor Verschleiß geschützt. In Prüfständen am Fraunhofer IST können die temperaturabhängigen und belastungsabhängigen linearen Kennlinien jeder einzelnen Sensorstruktur gemessen werden.

Eigenschaften der »Intelligenten Schraubverbindung«

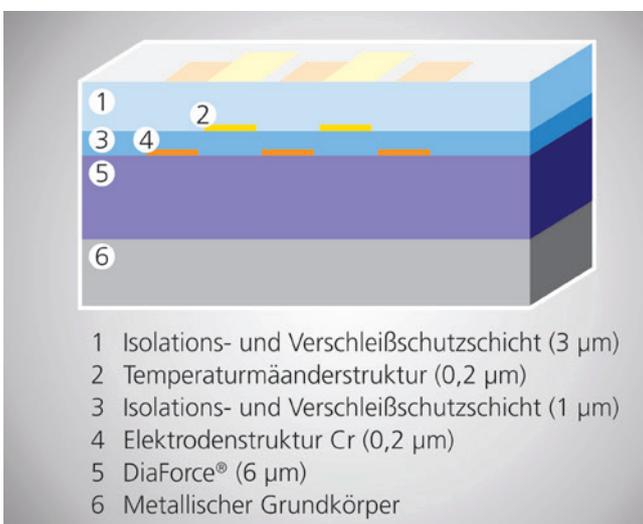
Die intelligente Schraubverbindung ist ein vollintegriertes IoT-Device, das eine drahtlose und energieautarke Überwachung

von Schraubverbindungen ermöglicht. Dazu ist das sensorische Unterlegscheibensystem mit einem Schraubkörper verbunden, in dem Energieversorgung und Funkübertragung integriert sind (vgl. Abbildung 1). Mithilfe der drahtlosen Übertragungstechnologie mioty® werden vom Sensorsystem regelmäßig Messwerte an eine Cloud-gebundene Kontrollinstanz übertragen. Vor der Montage werden die Schrauben in der manipulationssicheren Programmiereinheit »FunkeyBox« konfiguriert und erhalten einen eigenen Schlüssel. Dadurch sind die Sensordaten bei der Übertragung an die Basisstation bzw. das Backend angriffssicher. Eine autarke Versorgung wird durch Energy Harvesting gewährleistet. In der Schraube befindet sich ein Thermogenerator, der bei kleinsten Temperaturgradienten am Schraubgewinde elektrische Energie erzeugt und so den Sensor energieautark

betreibt. Alternativ können Sensor und Funk durch eine Solarzelle oder Batterie betrieben werden (vgl. Abbildung 3).

Das Projekt

Diese Lösung wird im Rahmen des Fraunhofer-Forschungszentrums IoT-COMMs in Zusammenarbeit der Fraunhofer-Institute IST, IIS, LBF und AISEC entwickelt. Das FloT-COMMs ist ein Teil der Clusterinitiative CCIT (Cluster of Excellence Cognitive Internet Technologies) der Fraunhofer-Gesellschaft.



- 1 Isolations- und Verschleißschicht (3 µm)
- 2 Temperaturmäanderstruktur (0,2 µm)
- 3 Isolations- und Verschleißschicht (1 µm)
- 4 Elektrodenstruktur Cr (0,2 µm)
- 5 DiaForce® (6 µm)
- 6 Metallischer Grundkörper

Schematische Darstellung des Dünnschichtsystems.

2 Sensorische Unterlegscheibe.

3 Drahtloses und energieautarkes Monitoring.