

1 *Flexibles Heizelement während des Biegetests*

ELEKTRISCHE DÜNNSCHICHT-FLÄCHENHEIZUNG AUF KOHLENSTOFF-NANORÖHREN BASIS

Elektrische Heizungen werden heutzutage in verschiedensten Anwendungen eingesetzt. Dabei wird meistens ein Widerstandsheizdraht in Mäanderform um das zu beheizende Element gelegt. Durch die Benutzung eines Drahtes ist das Heizbild inhomogen und eine Mindestbauhöhe vorgegeben. Bei manchen Anwendungen wird jedoch eine homogene Wärmeverteilung gefordert, um die Effektivität zu steigern. Eine geringe Schichtdicke erweitert die Möglichkeiten für neue Anwendungen.

Kohlenstoff-Nanoröhren (Carbon Nanotubes-CNT) eignen sich durch ihre faserartige Struktur mit einem Aspektverhältnis von über 1000 hervorragend als leitfähiges Füllmaterial für verschiedenste Komposite. Sie geben neben der elektrischen und thermischen Leitfähigkeit auch mechanische Festigkeit. Das pulverartige Rohmaterial kann in wässrige oder lösemittelbasierte

Dispersionen überführt werden. Die Dispersionen können dann mit gängigen Beschichtungsmethoden auf verschiedene Oberflächen appliziert und neue Funktionalitäten generiert werden. Eine wichtige Applikation für CNT-Schichten ist die Flächenheizung. Durch homogene Wärmeverteilung und die sehr geringe Schichtdicke eignet sich die Flächenheizung für verschiedene neue Anwendungen.

Unsere Kompetenzen

Die Kernkompetenz bei der Herstellung von CNT-Schichten liegt bei der Verarbeitung des CNT-Pulvers zu einer stabilen Dispersion. Das Augenmerk liegt sowohl auf der Formulierung als auch auf der eingesetzten Prozesstechnologie. Dabei setzt das Fraunhofer IPA eine Kombination der

Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität

Bauweisen und Infrastruktur

Sprecher:

Dr.-Ing. Bernhard Budaker

Kontakt:

Dipl. Phys. Serhat Sahakalkan
Fraunhofer IPA

Telefon +49 711 970-3726

Telefax +49 711 970-717-3726

serhat.sahakalkan@ipa.fraunhofer.de

www.elektromobilitaet.fraunhofer.de/CNT-Flaechenheizung

2



gängigen Dispergiermethoden ein und entwickelt speziell angepasste Formulierungen für die gewünschte Applikation. Die beim Fraunhofer IPA entwickelten Dispersionen können mit verschiedenen Beschichtungsmethoden wie z.B. Siebdruck, Sprühen, Tauchziehen oder Rakeln auf verschiedene Oberflächen aufgebracht werden.

Anwendungsbeispiel: CNT-Flächenheizung

Eine besondere Anwendung stellen die flexiblen Heizelemente dar. Dafür werden die Dispersionen auf flexible Foliensubstrate appliziert. Dadurch und durch die faserartige Struktur der CNTs können Beschichtungen erzeugt werden, die die Biegungen des Substrates mitmachen können. Solche Heizelemente erfüllen folgende Eigenschaften:

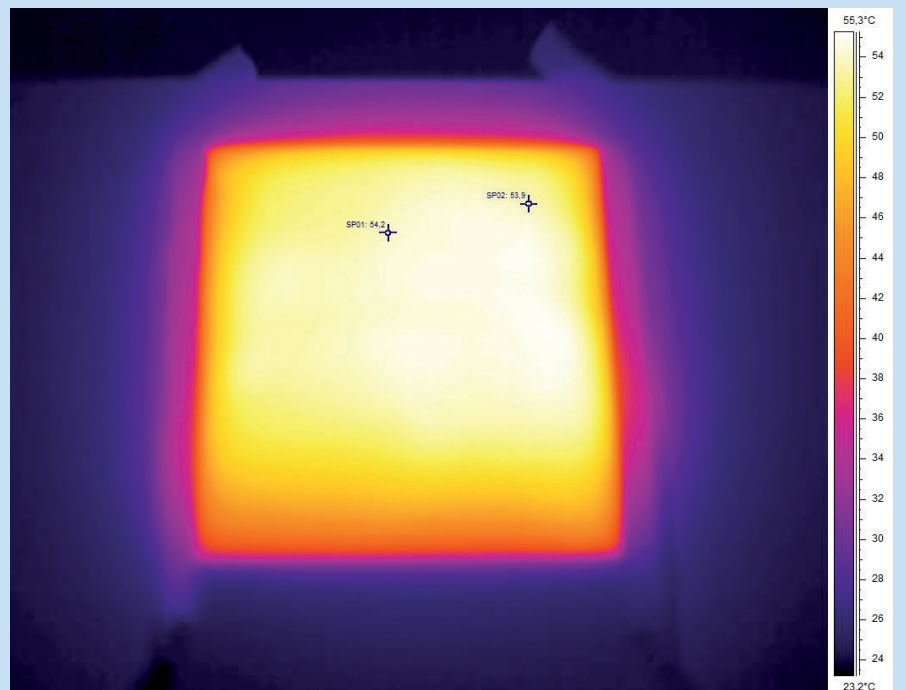
- Flächenleistungen bis zu 28 W/cm^2
- Oberflächenwiderstand von mehreren $\text{k}\Omega/\text{sq}$ bis $30 \Omega/\text{sq}$
- Spannungsversorgung von 5 V bis 230 V
- Oberflächentemperatur bis 300°C
- Schichtdicken von $3 \mu\text{m}$ bis $15 \mu\text{m}$

Flächenheizungen aus Kohlenstoff-Nanoröhren, die mittels Beschichtungsverfahren aufgebracht werden, ermöglichen eine wesentliche Kostenreduktion durch den hohen Automatisierungsgrad und durch Gewichtseinsparung. Außerdem kann aufgrund der flächigen Wärmeverteilung die Betriebstemperatur gesenkt und damit eine indirekte Effizienzsteigerung erreicht werden.

Unser Angebot

- Formulierung einer Dispersion für die gewünschte Anwendung
- Anpassung an die Beschichtungsmethode und die Oberfläche
- Auslegung des Heizelements für den gewünschten Leistungsbereich
- Herstellung von Musterheizelementen
- Charakterisierung der Heizelemente
- Stabilitätstest
- Integration des Heizelements in die Anwendung

2 Nicht stabile CNT Dispersion (links), stabile homogene CNT Dispersion (rechts)



IR-Aufnahme einer flexiblen CNT-Heizung. Flächig homogene Wärmeverteilung.