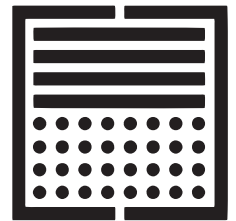


# Elektrische und optische Verbindungstechnik 2021



Tagungsband der GMM-Fachtagung

## 8. Symposium Connectors

VDE VDI GMM

TH OWL  
TECHNISCHE HOCHSCHULE  
OSTWESTFALEN-LIPPE  
UNIVERSITY OF  
APPLIED SCIENCES  
AND ARTS

*VDE/VDI-Gesellschaft*

*Mikroelektronik, Mikrosystem- und Feinwerktechnik (GMM)  
in Zusammenarbeit mit der*

*Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe*

*und dem VDI Ostwestfalen-Lippe Bezirksverein e.V.*

# Elektrische und optische Verbindungstechnik 2021

Tagungsband der VDE/VDI GMM-Fachtagung

## 8. Symposium Connectors

**Veranstalter:**

VDE/VDI-Gesellschaft Mikroelektronik,  
Mikrosystem- und Feinwerktechnik (GMM)

Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe

VDI Ostwestfalen-Lippe Bezirksverein e.V.

**Herausgeber:**

Jian Song

**Mit Beiträgen von:**

J. P. Bergmann, F. Bleier, D. Britz, M. Bühner, B. Cappi, A.-K. Egetenmeyer,  
F. Greiner, F. Günter, C. Hildmann, D. Hilmert, T. Israel, H. Kappl, T. Kaps,  
P. Kolmer, K. Krüger, T. Langer, A. Lasagni, M. Leidner, M. Ludwig,  
F. Mücklich, M. Myers, S. Nolte, M. Oberst, F. Ostendorf, R. Probst, S. Sachs,  
S. Schlegel, H. Schmidt, D. Schramm, E. B. Schwarz, A. Shukla, J. Song,  
W. Stabroth, S. Suarez, C. Trebehs, J. Werning, H. Willing, H. Yuan

## **Erste Veröffentlichung 2021**

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des jeweiligen Autors und des Herausgebers reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Prof. Dr.-Ing. J. Song

Labor für Feinsystemtechnik

Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe, D-32657 Lemgo

Tel. 05261-702-5028

E-Mail: [jian.song@th-owl.de](mailto:jian.song@th-owl.de)

**ISBN 978-3-00-068244-5**

# **Programmausschuss**

## **Wissenschaftliche Leitung:**

Prof. Dr.-Ing. J. Song, Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Lemgo

- F. Berger, TU Ilmenau, Ilmenau
- C. Dandl, Rosenberger Hochfrequenztechnik, Fridolfing
- A. Dederichs, Schaltbau, München
- J.-W. Drescher, Harting Electric, Espelkamp
- H. Endres, Endres Consult, München
- J. Faber, VDE-Prüfinstitut, Offenbach
- S. Grossmann, TU Dresden, Dresden
- F. Günter, Robert Bosch, Stuttgart
- J. Haun, Kostal, Lüdenscheid
- T. Kochjohann, Phoenix Contact, Blomberg
- A. Naß, Harting Electric, Espelkamp
- W. Neumann, Kostal, Lüdenscheid
- D. Pfaffenbach, Lumberg Connect, Schalksmühle
- H. Schmidt, TE connectivity, Bensheim
- R. Schnabel, VDE/VDI - GMM, Frankfurt
- A. Vogt, Robert Bosch, Stuttgart
- T. Wielsch, Weidmüller Interface, Detmold

## **Ausstellung auf dem Symposium**

### **Helmut Fischer GmbH**

#### **Institut für Elektronik und Messtechnik**

Industriestraße 21

71069 Sindelfingen

[www.helmut-fischer.com](http://www.helmut-fischer.com)

### **Föhrenbach Application Tooling N.V.**

Krijgsbaan 128

B-2640 Mortsel

[www.foehrenbach.be](http://www.foehrenbach.be)

### **Umicore Galvanotechnik GmbH**

Klarenbergstraße 53 - 79

73525 Schwaebisch Gmuend

[www.unicore.com](http://www.unicore.com)

## **Inhaltsverzeichnis**

### **Vorwort**

J. Song

### **KEYNOTE**

#### **Aktuelle Herausforderungen in der Elektromobilität**

Dr. Ralf Petri

### **SIMULATION**

#### **Theorie, Grenzen und Anwendungen der thermischen Ersatzschaltbilder für Steckverbinder** 9

M. Ludwig, M. Leidner, F. Ostendorf, H. Schmidt

#### **Vorgehensweise bei der Analyse von automobiltauglichen Crimpverbindungen mittels FEM-Simulation** 18

C. Trebehs

#### **Parametric Optimization of Connectors by means of Coupled Simulation** 28

T. Langer, A. Shukla, H. Yuan, R. Probst, S. Nolte, Jian Song

#### **Analytical Model for Ultrasonic Metal Welding Process as Virtual Data Source for Machine Learning** 44

E. B. Schwarz, F. Bleier, F. Günter, J. P. Bergmann

### **MATERIAL UND OBERFLÄCHE**

#### **Hochbeständige, physikalisch abgeschiedene Kontaktoberfläche auf Silberbasis für die Anwendung in Buchsenkontakten** 62

F. Greiner, S. Sachs, H. Schmidt, M. Myers, M. Leidner,  
W. Stabroth, F. Ostendorf

#### **Elektrische und tribologische Eigenschaften von Silber-Dispersionsschichten für die Anwendung in Steckverbindungen** 74

M. Oberst, T. Israel, C. Hildmann, S. Schlegel, A.-K. Egetenmeyer,  
H. Kappl, H. Willing

#### **Optimierte Zinnbeschichtung für erhöhte Anwendungstemperaturen** 85

B. Cappi

## KONTAKTPHYSIK

- DLIP Laserstrukturierung von Steckverbindern zur Reduzierung von Steckkräften oder dem elektrischen Kontaktwiderstand** 98  
F. Mücklich, D. Britz, S. Suarez, A. Lasagni
- Untersuchung von Steckverbindungen bei Strombelastung im Milli- bis Mikrosekunden-Bereich** 102  
T. Israel, R. Müller, S. Schlegel
- Untersuchung der Korrelation zwischen Verschleißenergie und Verschleißvolumen an Kupferkontakten mit Silberbeschichtung** 117  
D. Hilmert, H. Yuan, J. Song

## ANALYTIK UND PRÜFUNG

- ODT-Quantifizierung mittels EDX auf einzelnen Steckern** 127  
M. Bühner
- Oberflächenanalytische Untersuchungen an elektrischen Steckkontakten** 133  
P. Kolmer, J. Song, D. Schramm
- Fretting behavior of tin plated electrical contacts under various lubrications** 144  
H. Yuan, J. Song
- Beurteilung von Leiterplatten für Datensteckverbinder durch Messung der Resonanzfrequenzen des Wechselstromwiderstandes** 160  
J. Werning, T. Kaps
- Schwingungsarten der Vibrationsprüfung und deren Einfluss auf die Ausfallrate von Steckverbindern** 169  
K. Krüger, H. Yuan, J. Song
- Untersuchung lokaler Kontaktwiderstände durch Rastersonden-Mikro-Abtastung von Kontaktoberflächen** 183  
S. Sachs, H. Schmidt

## Vorwort

Seit 2007 findet das Symposium Connectors in Lemgo statt. Die Corona-Pandemie ändert die Welt, auch die Veranstaltungsform dieser Fachtagung. Zum ersten Mal findet das Symposium Connectors in einem virtuellen Raum in Form einer Digitalkonferenz statt. Das ist für Veranstalter, Vortragende, Aussteller, Teilnehmende und den Organisator gleichermaßen eine große Herausforderung. Wir verstehen die Umstellung auch als eine Chance, neue Wege einzuschlagen. Neben dem Vortrag in der zentralen Veranstaltung steht jedem Vortragenden ein digitaler Raum zur Verfügung, der einen ausgiebigen Austausch zwischen Teilnehmenden und dem Vortragenden nach dem Vortrag in der Pause ermöglicht. Ich würde mich freuen, wenn Sie diese Möglichkeit in Anspruch nehmen würden.

Ich bin sehr froh, dass mit der tatkräftigen Unterstützung von allen Vortragenden und Mitgliedern der VDE/VDI GMM-Fachausschuss „Elektrische und optische Verbindungstechnik“ ein attraktives Tagungsprogramm zusammengestellt werden kann. Die Vielfalt der Fachbeiträge ist dadurch gekennzeichnet, dass sie gleichermaßen von Forschungseinrichtungen, Industrie und Dienstleistern der Branche kommen. Thematisch werden alle wichtigen Aspekte rundum elektrische Verbindungstechnik behandelt – die neuen Erkenntnisse in der Kontaktphysik, die neusten Entwicklungen von Kontaktoberflächen, unterschiedliche Aspekte der Simulation und ihre vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten. Mehrere Beiträge adressieren das Themengebiet Analytik und Messtechnik von elektrischen Kontaktflächen und Verbindungen. Neue Erkenntnisse in und durch Analytik und Messtechnik verbessern das Verständnis in der Kontaktphysik, zeigen Wege zur Verbesserung der Qualität von Steckverbindern auf und optimieren Prüfungen in verschiedenen Stadien der Entwicklung.

Allen Autorinnen und Autoren danke ich für die hochqualitativen und pünktlich eingereichten Beiträge, welche das Fundament dieser Fachtagung bilden.

Wie in den vergangenen Jahren findet eine begleitende Ausstellung statt, die die Fachtagung bereichert. Anstatt der physischen Anwesenheit läuft die Ausstellung ebenfalls in der digitalen Räumlichkeit, die durchaus einige neue Möglichkeiten anbietet. Allen Ausstellern danke ich für ihre Teilnahme.

Frau Ursula Jeschke, Herrn Christian Koch und Herrn Sebastian Ocampo danke ich für die tatkräftige Unterstützung bei der Erstellung dieses Tagungsbandes und bei der Organisation der Fachtagung.

Lemgo, 07.02.2021

Prof. Dr.-Ing. Jian Song