

White Paper

Mikromesszellen

für die Qualitätssicherung in Steckverbindern

Hochauflösende Messungen bis in den Sub-Millimeter-Bereich

Zusammenfassung:

Eine mangelhafte Kontaktierung von Steckverbindern ist häufig die Ursache bei Elektronikversagen¹, unter anderem, weil es immer schwerer wird, die Zuverlässigkeit miniaturisierter Bauteile hinreichend zu prüfen. Die vorgestellte, innovative Mikromesszelle ermöglicht in einer bisher unerreichten Auflösung und Präzision die Qualifizierung besonders kleiner Rechteckverbinder (<1,2x0,60 mm²) und bietet darüber hinaus die Möglichkeit der Mehrpunktmessung auch in schwer zugänglichen Messumgebungen. Auf Basis von Silizium-MEMS-Technologie entwickelt, bietet das mikromechatronische Messsystem weiteres Miniaturisierungspotenzial und ist im Wesentlichen unempfindlich gegenüber Störgrößen wie Temperatur- und Quereffekten. Dem Qualitätsmanagement sind damit neue Möglichkeiten gegeben, dem Trend der Miniaturisierung und der Anforderung an hohe Zuverlässigkeit gerecht zu werden.

www.nyatec-systems.de

¹ Vgl. z.B. Borgeest, K., Elektronik in der Fahrzeugtechnik, 2010, Springer, S. 284ff.

1. Kontaktierung von elektronischen Systemen

Komplexe elektronische Systeme ermöglichen zunehmend mehr Funktionen in Produkten des täglichen Lebens. Im PKW wird diese Entwicklung durch Beispiele wie den Airbag oder ABS/ESP deutlich. Kabelbäume, die die Stromversorgung und die Signalübertragung ermöglichen, erreichen eine Länge von über 3.000 m^[2] und vernetzen durchschnittlich 75 Steuergeräte (ECU).³

Steckverbinder sind die Nadelöhre der Kabelbäume. Sie sind äußerst flexibel und weitestgehend untereinander kombinierbar. Diesem Vorteil steht allerdings ein gravierender Nachteil gegenüber - das Risiko der Kontaktunterbrechung. Durch geeignete Spezifikationen und aufwendige Prüfungen wird versucht, dem entgegenzuwirken.

2. Fehlerquelle Steckverbinder

Laut ADAC-Pannenstatistik ist die Elektronik der Hauptgrund für Fahrzeugausfälle – bis zu 40% sind direkt der Elektronik zuzuordnen.⁴ Eine häufige Ursache dafür ist die mangelhafte Kontaktierung von Steckverbindern. Diese werden trotz Systemen wie CAN- oder LIN-Bussystemen weiterhin in großen Mengen verbaut und das nicht nur im Auto: Bis zu 41.000 Stück beispielsweise in einem Airbus A380, ca. 3.000 in einem Mittelklassewagen.⁵ Umwelteinflüsse wie Vibrationen, Stöße, Korrosion oder Temperaturschwankungen können die Funktionalität beeinträchtigen. In Einzelfällen kann die Kontaktierung unterbrochen werden und die Signalübertragung ausbleiben und damit ein Fahrzeug zum Stillstand bringen. Bei Stecksystemen, die die Stromversorgung sicherstellen, ist darüber hinaus die Wärmebildung am Kontaktpunkt ein Problem, da die thermischen Verhältnisse die Kontaktierung erheblich beeinflussen.⁶

Eine wichtige Kenngröße für die Zuverlässigkeit eines Kontakts ist die Kontaktnormalkraft. Um diese zu messen, wird das Steckelement des Steckers durch eine verformbare Struktur (Prüftab) ersetzt. Auf diese Struktur wird ein Dehnungsmessstreifen (DMS) aufgeklebt, der indirekt die Kontaktnormalkraft misst. Diese Methode ist aus technologischen Gründen auf hoch miniaturisierten Baugruppen nicht übertragbar. Die Größenverhältnisse der Stecksysteme machen die Platzierung der konventionellen Kraftsensoren schlicht unmöglich. Für Steckverbinder mit einer Baugröße kleiner als 1,2x0,60 mm² existiert dazu am Markt aktuell kein geeignetes, direktes Messsystem.

² Pape, U., Automobilelektronik – Anforderungen an elektronische Baugruppen für den Hochtemperatureinsatz und hohe Zuverlässigkeit, S.8.

³ Elektrik/Elektronik-Architekturen im Kraftfahrzeug, VDI-Buch, 2012, S. 79-116.

⁴ Vgl. ADAC Pannenstatistik 2009, 2010, 2011

⁵ Vgl. http://www.westfalahallen.de/messen/innovationsforum/downloads/innovationsforum/07_Innovationsforum_2012_SGS.pdf

⁶ Vgl. Leidner, M. 2008, Kontaktphysikalische Simulation von Schichtsystemen, S.9

Zwar werden im Produktionsprozess optische Qualitätskontrollen durchgeführt und so die Geometrie des gestanzten Steckers mit den Vorgaben aus der Entwicklung abgeglichen. Aber die tatsächlich wirkenden Kräfte können damit nicht geprüft werden. Bei einer Kontaktierungszone mit hintereinander liegenden Kontaktpunkten, sind die Möglichkeiten der optischen Kontrolle noch weiter begrenzt.

3. Der neue Ansatz: Mikrosysteme

In größeren Steckerbuchsen wurde bisher ein Summenwert über die an allen Kontaktpunkten wirkende Kontaktnormalkraft ermittelt. Dieses Messverfahren ist in schwer zugänglichen Mikrosteckverbindern nicht mehr ohne weiteres einsetzbar. Ein neues Verfahren bietet die Mikrosystemtechnik mit der Fertigung mikro-elektro-mechanischer Systeme (MEMS). MEMS zur experimentellen Stressanalyse sind in sehr kleinen Strukturgrößen aufbaubar und bieten folgenden Vorteile (Tabelle 1).

Tabelle 1: State of the Art - Qualitätssicherung Steckverbinder.

Qualitätssicherung miniaturisierter Steckverbinder

Heutiger Stand:

- Optische Messverfahren
- Summenwert über alle Kontaktpunkte
- Herkömmliche Dehnungsmessstreifen

Vorteile durch den neuen Ansatz:

- Hohe Messgenauigkeit
- Mehrpunktmessungen
- Geringe Störempfindlichkeit
- Miniaturisierung

Die Mikromesszelle

Der mikro-elektro-mechanische Ansatz basiert auf der Verwendung von Mikromesszellen. Diese Messzellen (Abbildung 1) bestehen aus einer Biegebrücke mit dehnungssensitiven Kraftsensoren. Besonders an dieser Bauart ist der Einsatz von Silizium als Träger- und Basismaterial, was sehr kleine Messpunkte ermöglicht. Dabei sind die Mikromesszellen an den Stellen der Krafteinwirkung eingebracht, passend zur Steckerbuchsen-Geometrie, und erlauben dadurch Mehrpunktmessungen in der Steckerbuchse. Abbildung 1 zeigt den CAD-Entwurf des Prüftabs auf dem die Messzellen integriert werden. Zu erkennen sind die vier Biegebrücken auf der Oberseite des Tabs. Jede dieser Biegebrücken stellt eine Messzelle dar, die die Kontaktnormalkraft abbildet. Integrierte Leiterbahnen und ein daran angeschlossener Mikrocontroller wandeln die elektrischen Werte in die entsprechende Kontaktnormalkraft um.

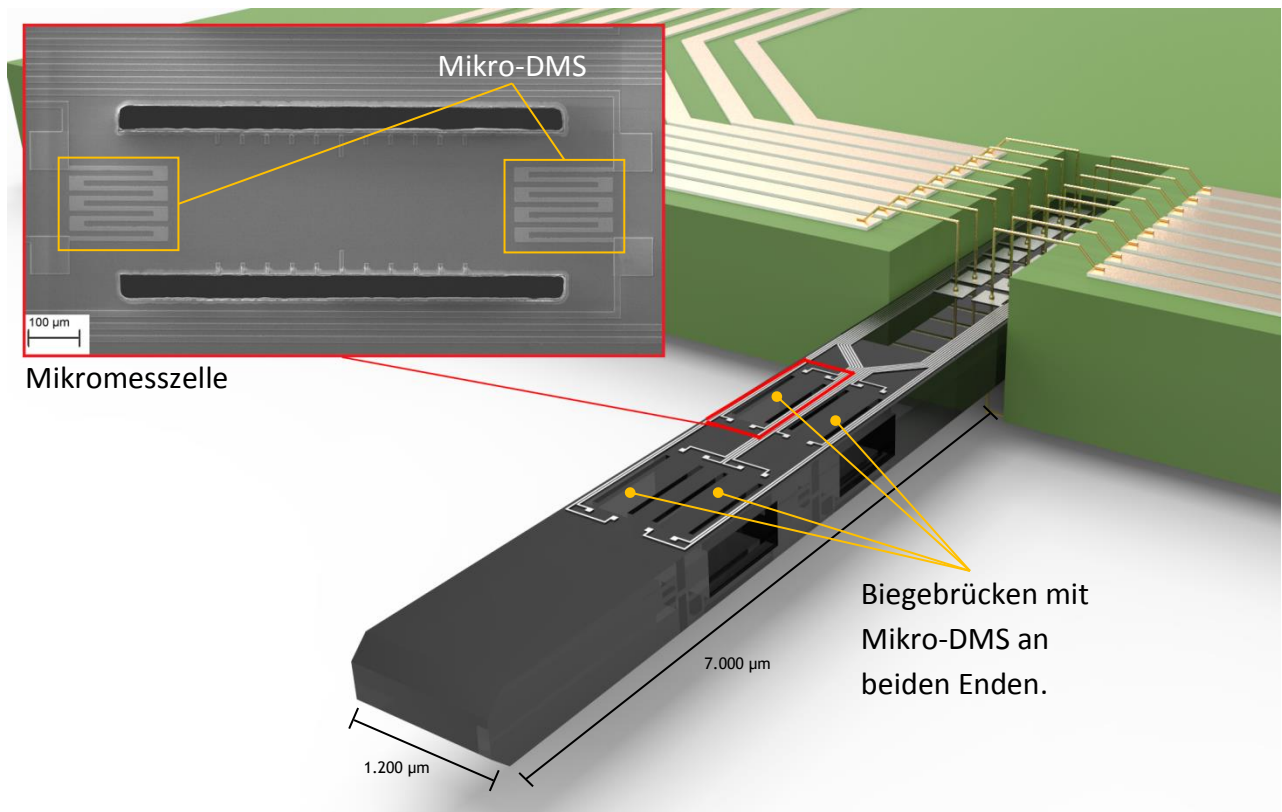


Abbildung 1: Mikromechatronischer Prüftab mit Mikromesszelle.

Zur Durchführung der Messung wird der Prüftab, wie in Abbildung 2 dargestellt, in die Steckerbuchse eingeführt, bis die Biegebrücken genau unter den Kontaktpunkten platziert sind. Bei der Messung wird zu diesem Zweck ein automatisiertes Positionierungssystem eingesetzt, das den Prüftab exakt zu den Federkontakten ausrichtet und so eine Beeinträchtigung der Messung verhindert. Abbildung 3 verdeutlicht den Aufbau MEMS-Prüftabs. Tabelle 2 fasst den Nutzen der Mikromesszelle noch einmal übersichtlich zusammen.

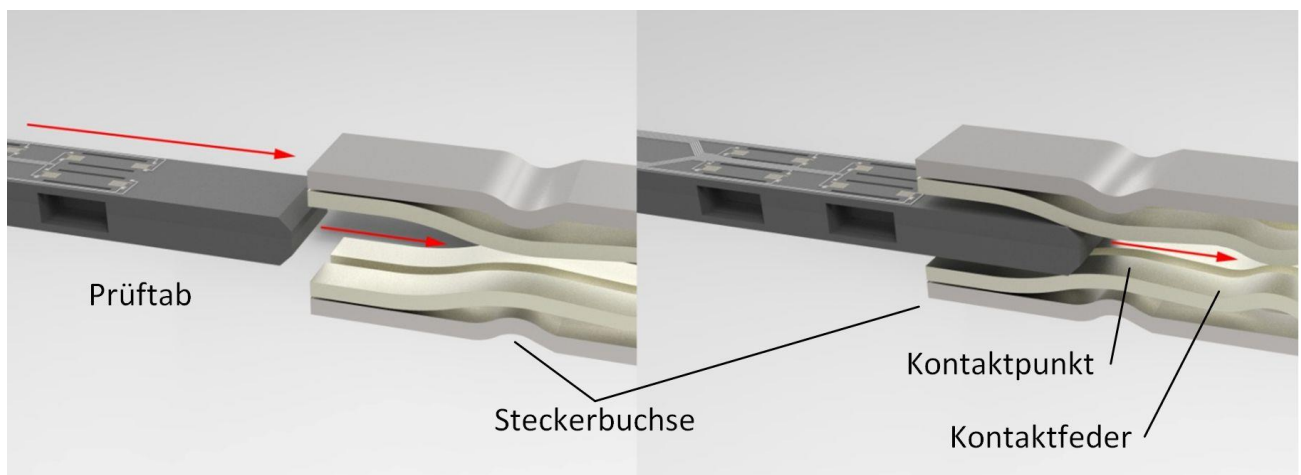


Abbildung 2: Die Prüfsituation.

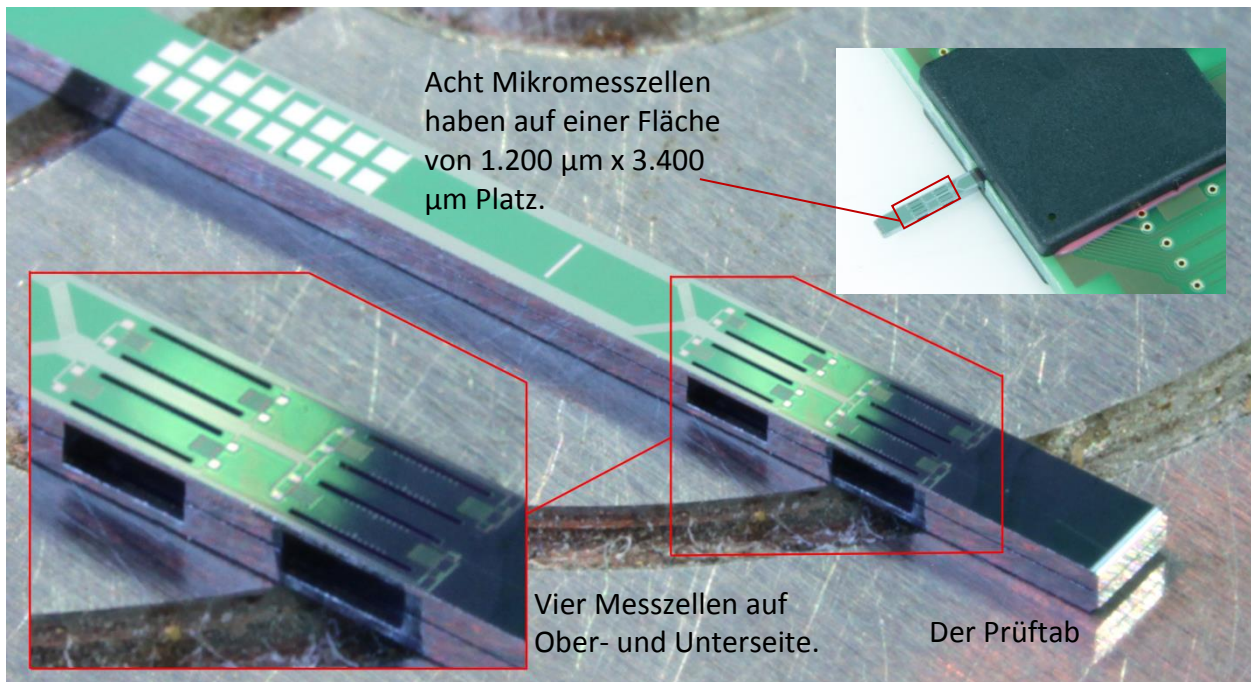


Abbildung 3: Aus Silizium gefertigter Prüftab mit Mikromesszellen.

Tabelle 2: Übersicht über die Vorteile der Mikromesszelle.

Übersicht: Die Stärken der Nyatec Mikromesszelle

Messgenauigkeit	Mehrpunktmessung	Störuneempfindlichkeit	Miniaturisierung
<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Empfindlichkeit • Hohe Auflösung durch 24 Bit ADU • Kraftmessbereich 0,5 bis 5 N 	<ul style="list-style-type: none"> • Miniaturisierte Messzellen können auf kleinsten Trägergeometrien appliziert werden. 	<ul style="list-style-type: none"> • Geringer Temperatureffekt • Geringer Einfluss von Quereffekten 	<ul style="list-style-type: none"> • Mikromesszelle (MEMS-Technologie)

4. Einsatz in der Wareneingangs- und Ausgangsprüfung

Ein Stand-Alone-Gerät (Abbildung 4: Stand-Alone-Gerät für die Warenein- und Ausgangskontrolle. Abbildung 4) für die Warenprüfung bietet eine schnelle und effektive Möglichkeit, stichprobenhaft Chargen zu überprüfen. Darin vorgesehen sind Halterungen für fünf Steckerbuchsen, um eine signifikante Aussage zur Kenngröße Kontaktnormalkraft zu erhalten. Eine integrierte Schnellwechsellvorrichtung erlaubt den Umbau auf verschiedene Steckerbuchsentypen. Mit Hilfe eines Bediendisplay und automatisierten Achsensystemen

können die Buchsen zügig und störungsfrei vermessen werden. Die ermittelten Messwerte sind über eine Ethernet Schnittstelle mit bestehenden Datenbanksystemen vernetzbar.



Abbildung 4: Stand-Alone-Gerät für die Warenein- und Ausgangskontrolle.

Teilen Sie uns Ihre Meinung mit

Der Anspruch an Qualität und Zuverlässigkeit, die Anforderungen an gewichtsoptimierte und reproduzierbare Verbindungslösungen sowie der Druck durch Normen und Auflagen in den Lieferantenstandards steigen ständig. Entwicklungen, wie etwa die Nanotechnologie, werden die Miniaturisierung von Steckverbindern weiter verändern, so dass physikalische Aspekte zum Tragen kommen werden, die bisher eine untergeordnete Rolle gespielt haben.^{7,8} Die Nyatec Mikromesszelle kann ein Baustein der zukünftigen Qualitätssicherung sein und bereits bei der Entwicklung neuer Stecksysteme zur Optimierung der Kontaktsicherheit beitragen.

Die Einsatzmöglichkeiten der Nyatec Mikromesszelle zur Kraftmessung sind vielfältig und stark von individuellen Kundenwünschen abhängig. Gerne setzen wir uns mit Ihren Anwendungswünschen auseinander.

Wir freuen uns über Ihr Feedback.

⁷ Vgl. Ergebnisbericht des BMBF Verbundprojektes ProUFD „Kontaktierungsverfahren und Prozesstechnik für Ultra-Fine-Pitch-Baugruppen“ (2010)

⁸ Vgl. Aufbau- und Verbindungstechnik in der elektronik- Aktuelle Berichte Band 8 „Materialmodifikation für geometrisch und stofflich limitierte Verbindungsstrukturen hochintegrierter Elektronikbaugruppen – LiVe“ (2009)

Ihr direkter Ansprechpartner:

Dipl.-Ing.

Jörg Fochtmann

Tel: +49(0)391-67-52509

Fax: +49(0)391-67-12601

j.fochtmann@nyatec-systems.de



Kontakt zu Nyatec:

Nyatec

Universitätsplatz 2

39106 Magdeburg

www.nyatec-systems.de

info@nyatec-systems.de

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

