

Einleitung

In vielen Bereich des alltäglichen Lebens werden Metalle durch faserverstärkte Kunststoff-Bauteile substituiert. Speziell in der Automobilindustrie trägt dies zu teils erheblichen Gewichtsreduktionen einzelner Bauteile und somit zu einer Verringerung des Fahrzeugesamtgewichts bei. In der Folge kann der Treibstoffverbrauch gesenkt und immer restriktivere Abgasnormen eingehalten werden.

Werden sicherheitsrelevante metallische Strukturen (z.B. ein Bremspedal) durch Kunststoffbauteile ersetzt, kann es sinnvoll sein, die auf das Bauteil wirkenden Belastungen zu überwachen. Diese Arbeit zeigt eine sehr einfache und kostengünstige Variante eines solchen Systems sowie die Bauteilherstellung im Spritzgießverfahren.

Messtechnik (EMT)

Die Verwendung funktionaler Tinten – bestehend aus z.B. leitfähigen Nanopartikeln (Silber, Gold, Carbon Black, PEDOT:PSS) in H₂O gelöst – in einem Piezo- oder Bubble-Jet Drucker ermöglichen die Herstellung von low-cost Sensoren und Aktoren.

Gedruckt wird mit einem kommerziell erhältlichen Drucker auf Fotopapier. Gedruckte Ag-N (Silbernano-Partikel) Schichten weisen ähnliche elektrische und mechanische Eigenschaften wie ein Festkörper bestehend aus Silber auf.

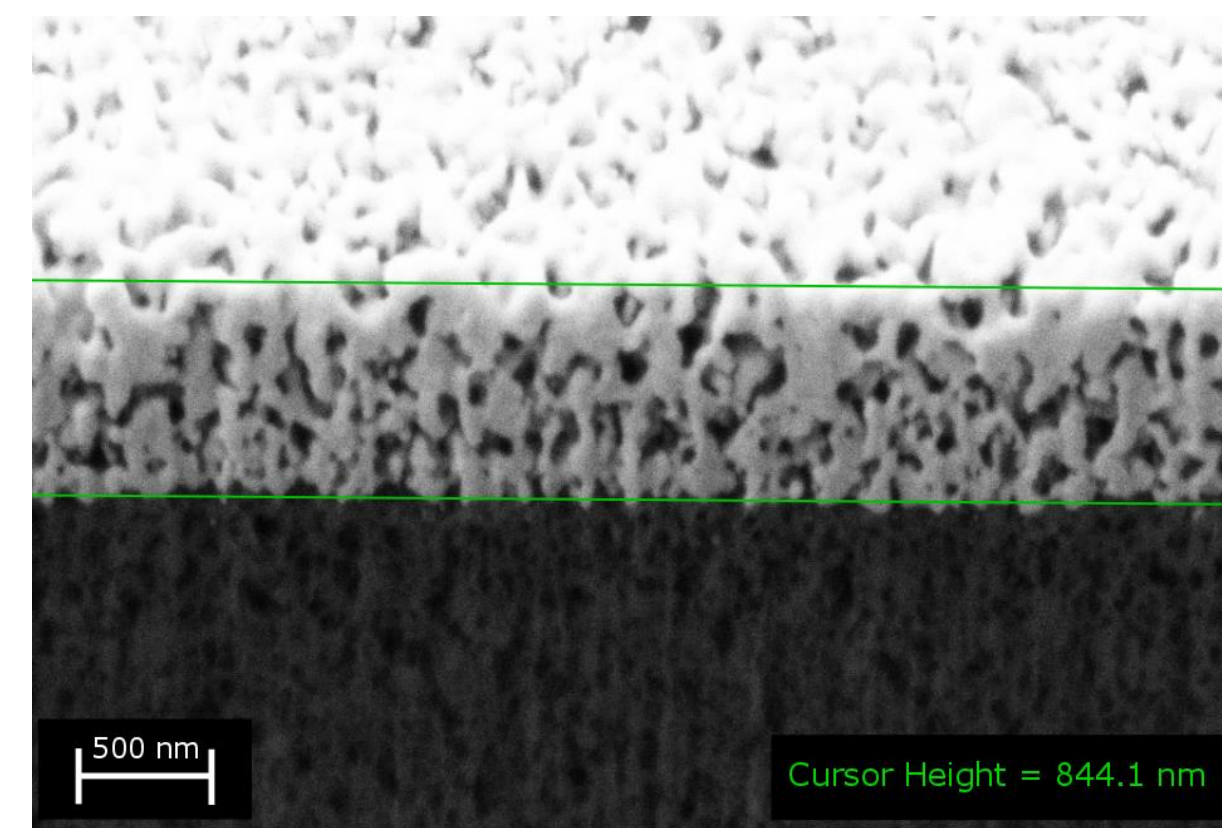


Abbildung 1.: Gedruckte Nanopartikel
Piezo-Jet gedruckte leitfähige Silber-
schicht

Zur Messung mechanischer Kräfte kommen Dehnungsmessstreifen zum Einsatz – leitfähige Materialien ändern den elektrischen Widerstand bei Dehnung oder Stauchung nach $\Delta R/R_0 = K \cdot \varepsilon = K \cdot \Delta l/l_0$, obwohl die Änderung ΔR sehr klein ist kann diese mit einer elektronischen Schaltung gut ausgewertet werden.

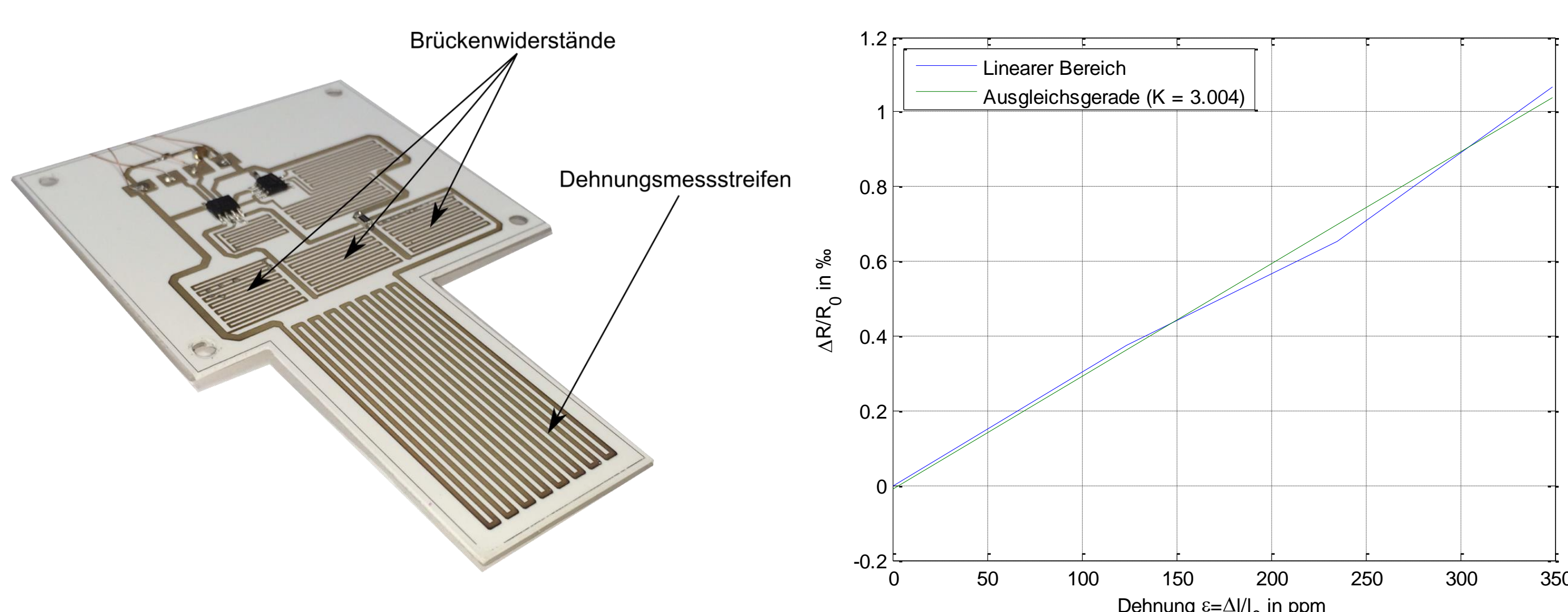


Abbildung 2.: links: Dehnungsmessstreifen mit Elektronik, rechts: Widerstands-
änderung in Abhängigkeit der Dehnung

Prozesstechnik (IPIM)

Die mit dem links beschriebenen Verfahren bedruckte Folie wird in das Spritzgießwerkzeug eingelegt und über Vakuum im Formnest gehalten. Während der Füllphase des Spritzgießprozesses wird die Folie mit dem Dehnungsmessstreifen (DMS mit einer geeigneten Polymerschmelze hinterspritzt. Handelsübliches Fotopapier weist eine Polyethylen (PE) Schutzschicht auf, wodurch beim Hinterspritzen mit PE eine gute Haftung zwischen Fotopapier und Bauteil entsteht.

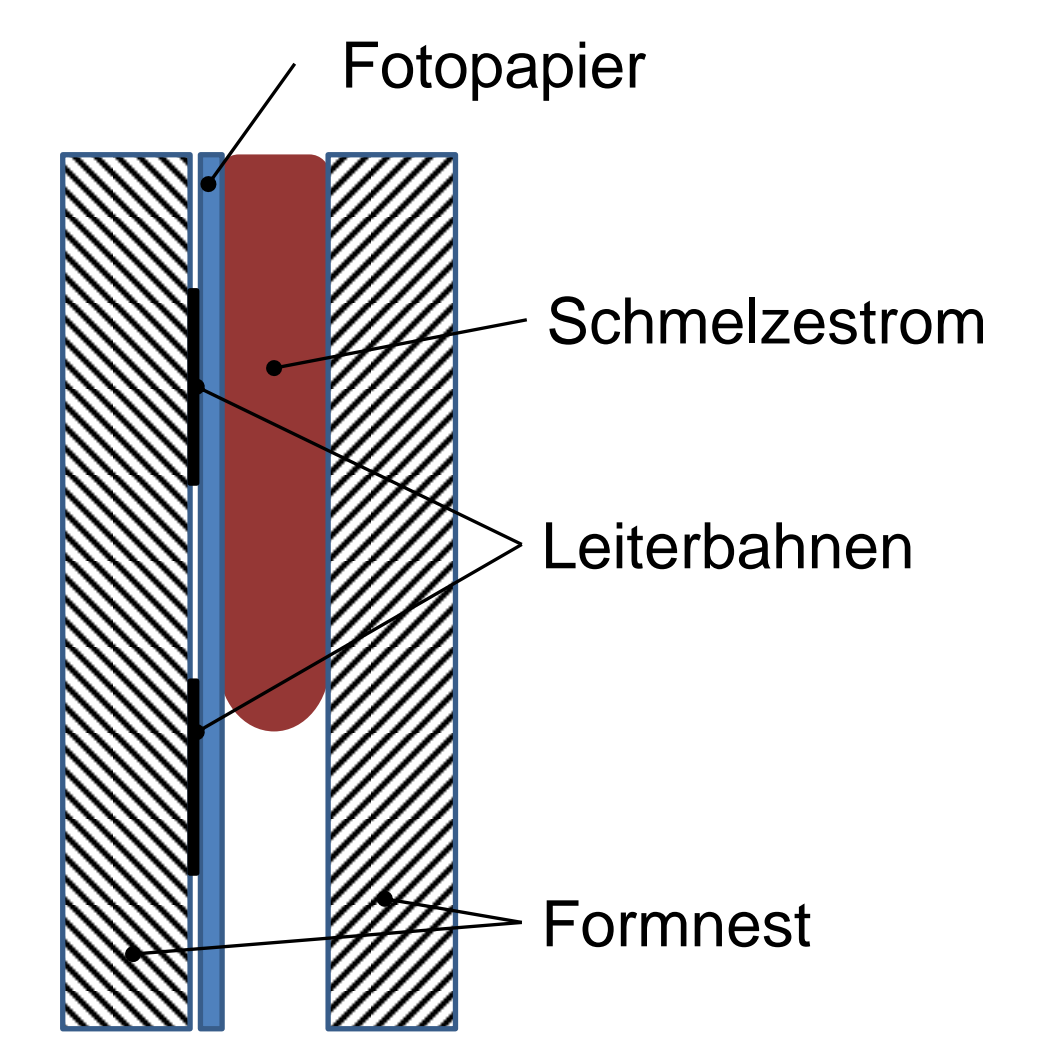


Abbildung 3.: Schmelzestrom beim
Hinterspritzen der Folie im Formnest

Bei Verwendung geeigneter Haftvermittler können aber auch andere Polymertypen zum Hinterspritzen der Folie verwendet werden.

Nach dem Erstarren der Schmelze in der Kavität wird das Bauteil entformt, die mit dem DMS bedruckte Folie ist nun fest mit dem Bauteil verbunden.

Bei einer Biegebelastung des Bauteils ändert sich die Länge der Leiterbahn und somit der Widerstand der leitfähigen Struktur.

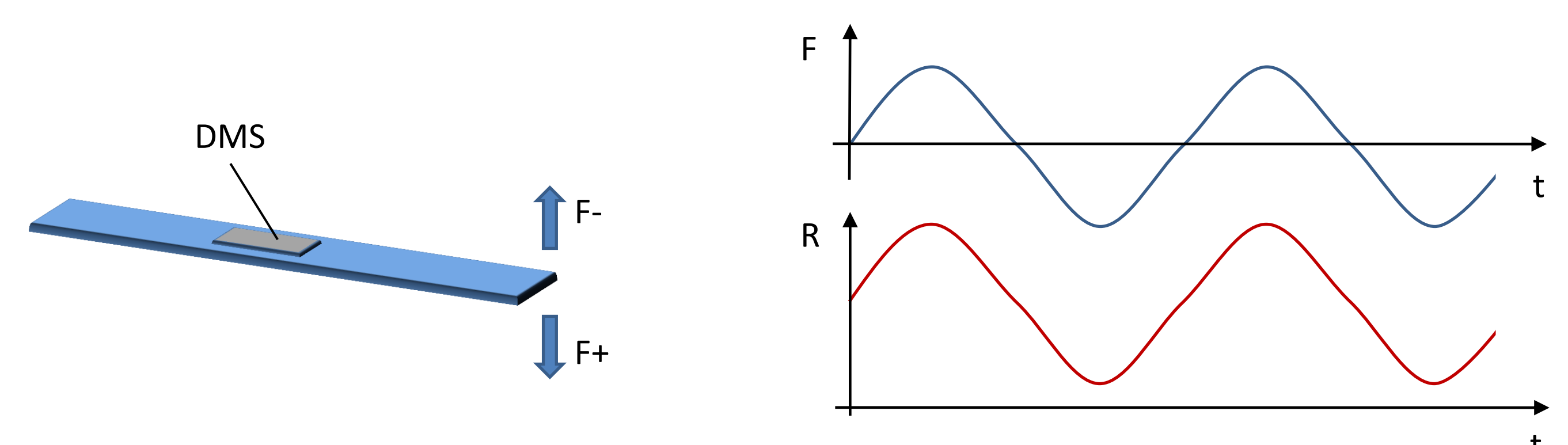


Abbildung 4.: Widerstandsänderung bei wechselnder Biegebeanspruchung

Ergebnisse

Durch Einsatz handelsüblicher Drucker und Fotopapier können mit der dargestellten Methode sehr rasch und kostengünstig Kunststoffbauteile mit „Health Monitoring“ Funktionen versehen werden.