

KME – Kompetenzzentrum Mittelstand GmbH

Zukunft durch Innovation und Forschung

Einsatz von Aluminium in langzeitstabilen OEM-übergreifenden Hochvoltverbindungen für Hybrid- und Elektrofahrzeuge

Um die Potentiale des Elektroantriebs zur Reduktion der Emissionen voll ausschöpfen zu können, ist es notwendig, hohe elektrische Leistungen zwischen den Komponenten eines Fahrzeugs übertragen zu können. Der Einsatz von Aluminium in Bordnetzen verspricht ökonomische und ökologische Vorteile.

Problemstellung

In aktuellen Hybridfahrzeugen werden kupferbasierte Bordnetze eingesetzt, die sich durch Skalierung direkt aus den seit Jahrzehnten etablierten Bordnetzen ableiten lassen. Bei der Verwendung von Kupfer als Leitermaterial entstehen im Vergleich zu Aluminium hohe Materialkosten. Die Masse des benötigten Kupfers ist bei gleichem zulässigen Spannungsabfall ebenfalls größer.

Wird Aluminium als Leitermaterial verwendet, kann aufgrund der geringeren Dichte von Aluminium bis zu 50 Prozent des Metallgewichts eingespart werden. Darüber hinaus ist Aluminium deutlich kostengünstiger als Kupfer.

Durch den Einsatz von Aluminiumleitungen kommt es an den Verbindungsstellen zu Komponenten wie Akkumulator und Leistungselektronik zu einem Materialübergang von Aluminium auf Kupfer. Bei dieser Verbindung müssen folgende Herausforderungen bewältigt werden:

- Hohe Übergangswiderstände durch Multimaterialverbindungen
- Mechanische Spannungen durch unterschiedliche Wärmeausdehnung
- Kontaktkorrosion

Zielsetzung

Es sollen Verbindungstechnologien von Aluminium zum Kontaktpartner Kupfer entwickelt werden. Die so entstandene Multimaterialverbindung soll die beiden Materialien korrosionsfrei, verlustarm sowie über die Lebensdauer sicher mit Aluminium verbinden.

Vorgehensweise

Zur langzeitstabilen Verbindung der Kontaktpartner Aluminium und Kupfer sollen zwei grundsätzlich unterschiedliche Verbindungsmöglichkeiten untersucht werden. Zum einen soll die Realisierbarkeit einer Steckverbindung überprüft werden, wobei die Steckverbindung leitungsseitig aus beschichtetem Aluminium und komponentenseitig aus Kupfer besteht. So

kann die bewährte Steckverbinder-Technologie mit Kupfer-Federelementen mit dem kosten- und gewichtsreduzierten Einsatz von Aluminium vereint werden. Hier ist eine geeignete Auswahl der Beschichtung der Kontaktelemente wichtig. Zum anderen soll die Möglichkeit untersucht werden, die Kontaktelemente beidseitig aus Kupfer zu fertigen und das leitungsseitige Element mit dem Aluminiumleiter zu verbinden. Stoffschlüssige Verbindungen von Aluminium und Kupfer sind mit verschiedenen Schweißtechnologien herstellbar.

Die Erforschung einer langzeitstabilen Multimaterialverbindung gliedert sich in folgende Teilprojekte:

Anforderungsanalyse: Systematische Erhebung, Analyse und Interpretation aller technischen Anforderungen, die an eine Verbindung im Hochvolt-Bordnetz und speziell an die Kontaktelemente gestellt werden. Erstellung einer Anforderungsliste.

Grundlagenuntersuchungen: Theoretische Grundlagenuntersuchungen zum elektrischen Verhalten von Multimaterialverbindungen unter den gegebenen Einsatzbedingungen.

Alterungsmechanismen: Identifizierung der Alterungsmechanismen elektrisch belasteter Multimaterialverbindungen.

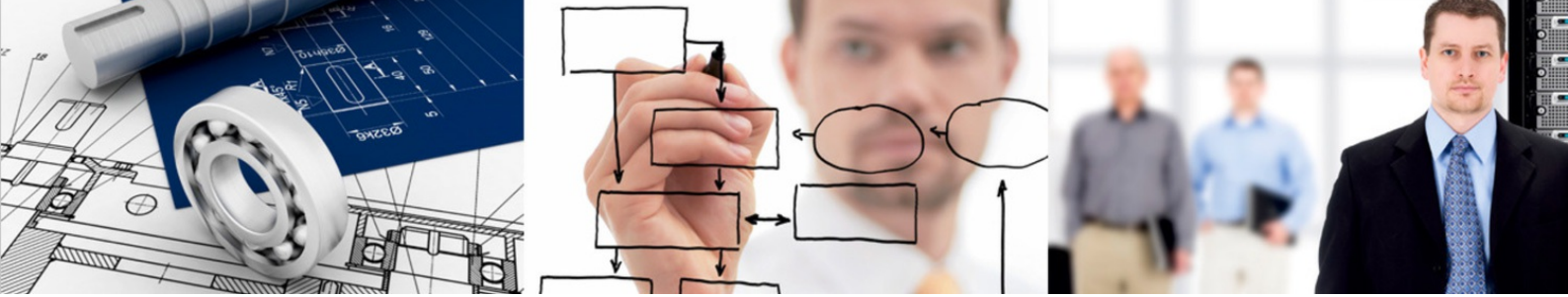
Versuchsmuster: Entwurf und Konstruktion der Versuchsmuster für die experimentellen Untersuchungen.

Versuchsstände: Planung, Konzeptionierung, Konstruktion und Aufbau der notwendigen Versuchsstände.

Beschichtung Kontakt: Identifizierung von geeigneten Beschichtungen und Optimierung in Bezug auf die Anforderungen.

Schweißen: Herstellung von Aluminium-Kupfer-Mischverbindungen mit verschiedenen Schweißverfahren sowie mechanische und elektrische Prüfung der Schweißverbindungen.

Langzeitversuche: Überprüfung, ob die Anforderungen aus der Anforderungsliste während der gesamten Lebensdauer erfüllt werden.



Umsetzbarkeitsabschätzung: Konsolidierung der relevanten Ergebnisse im Hinblick auf eine mögliche spätere Umsetzbarkeit, Feldkonfektionierbarkeit und Bewertung der Fertigungsprozessfähigkeit.

Ergebnisse / Nutzen

Durch folgende Aspekte kann die Automobilindustrie von einer Substitution von Kupfer durch Aluminium profitieren:

- **Kostensenkung** durch Reduzierung der Materialkosten,
- **Gewichtsreduzierung** durch geringere Dichte von Aluminium,
- **Steigerung der Reichweite** eines elektrisch betriebenen Fahrzeugs in Folge des niedrigeren Gesamtgewichts.

Forschungspartner

- Prof. Dr.-Ing. J. Kindersberger
Lehrstuhl für Hochspannungs- und Anlagentechnik,
Technische Universität München
- Prof. Dr.-Ing. Michael Schmidt
Lehrstuhl für Photonische Technologien,
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Projektpartner

- MD Elektronik GmbH
- MIYACHI EUROPE GmbH
- Rosenberger Hochfrequenztechnik GmbH & Co. KG
- SCHERDEL INNOTECH Forschungs- und Entwicklungs-GmbH
- TELSONIC GmbH